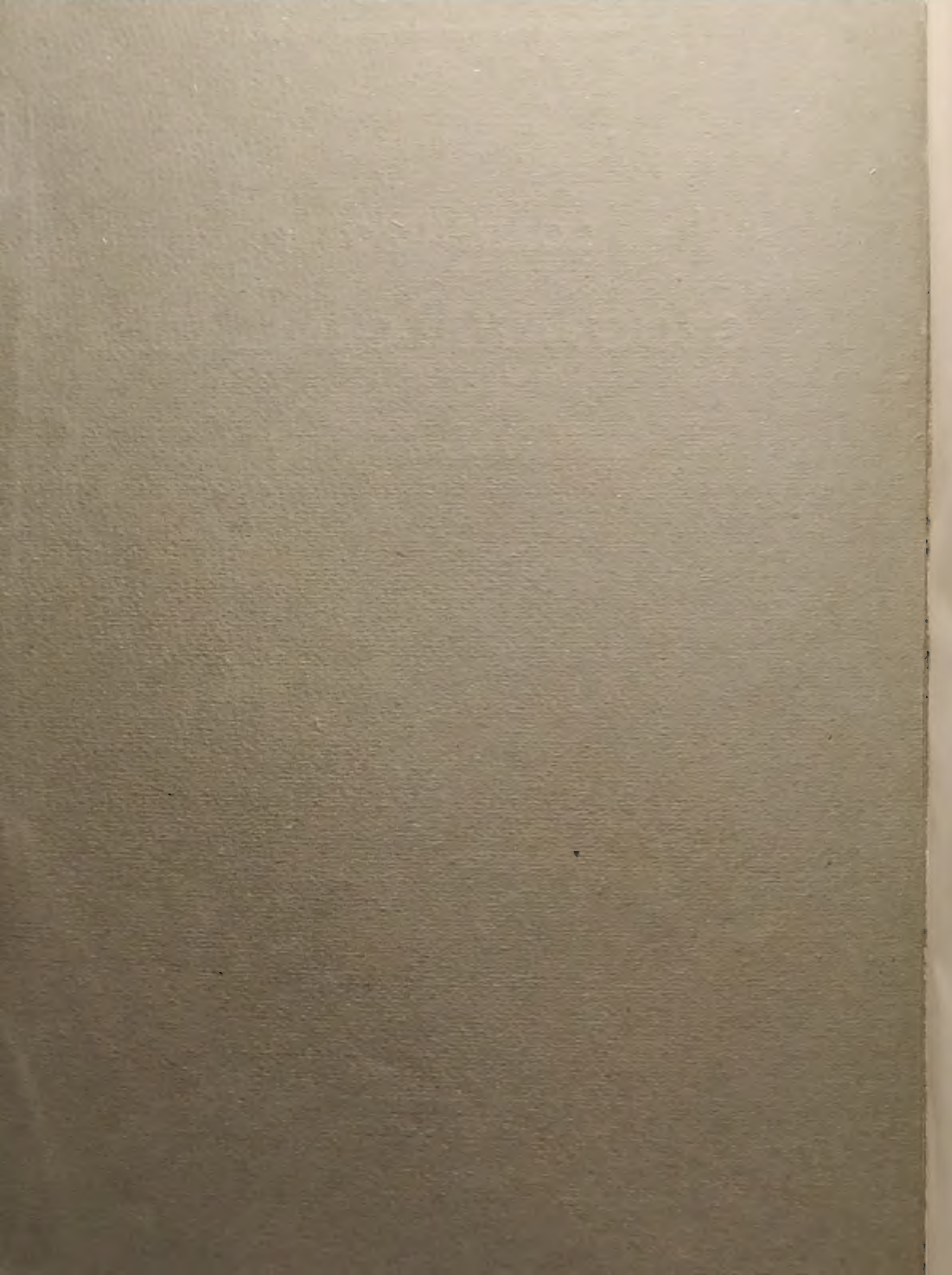
A. R. TONIOLO
Ordinario di Geografia nella R. Università di Bologna

COMPENDIO DI GEOGRAFIA GENERALE

AD USO DELLE UNIVERSITÀ E DELLE PERSONE COLTE

CASA EDITRICE GIUSEPPE PRINCIPATO
MESSINA - MILANO

COMPENDIO DI

GEOGRAFIA GENERALE

A. R. TONIOLO
Ordinario nella R. Università di Bologna

COMPENDIO DI
GEOGRAFIA GENERALE

AD USO DELLE UNIVERSITÀ E DELLE PERSONE COLTE

CASA EDITRICE GIUSEPPE PRINCIPATO
MESSINA - MILANO

PREFAZIONE

Nei lunghi anni del mio insegnamento universitario di Geografia mi sono persuaso che non è possibile dare, anche nei corsi biennali, un quadro completo della Geografia generale.

Tuttavia è indispensabile che la Geografia generale, base fondamentale ad ogni studio e descrizione regionale, venga conosciuta tutta quanta nella sua struttura scientifica e nella sua esposizione logica e coordinata. E qui si presenta la difficoltà di consigliare agli studenti universitari un testo da seguire per una completa preparazione geografica, senza dover ricorrere a lavori stranieri, a trattati troppo vasti o a testi di scuola media. D'altra parte è risentita la necessità di un lavoro essenzialmente italiano, che potrebbe anche servire per la preparazione prossima alle lezioni degli insegnanti, sia di materie letterarie che di scienze naturali, i quali, durante i loro corsi universitari, non avessero avuto affatto od avuto troppo scarsa preparazione geografica.

Per queste ragioni, spinto dalla benevola insistenza di qualche collega, mi sono indotto a stendere questo « Compendio di Geografia generale », al quale ho creduto di dover premettere, oltre ad una breve introduzione metodologica, anche alcuni elementi di cartografia e di geologia, le cui conoscenze, se sono indispensabili per i geografi, devono rimanere, a mio avviso, limitati a semplici nozioni, facendo essi parte di altre discipline con finalità e metodi propri, che esulano dal campo geografico.

Sia ben chiaro che, nel preparare e stendere questo lavoro, non ho affatto inteso scrivere un trattato, bensì soltanto un « Compendio », un riassunto cioè dei principi di Geografia generale, basato, per quanto mi fu possibile, sulle recenti vedute scientifiche.

Per non esulare dai fini che mi sono proposto, ho cercato di attenermi il più possibile allo studio dei fatti e fenomeni spaziali, *che contraddistinguono il campo della Geografia e lo differenziano da quelli delle scienze affini.*

Nell'economia del lavoro, larga parte viene data alla Climatologia e alla Biogeografia, giacchè ritengo, non solo che queste parti abbiano importanza fondamentale per lo studio geografico dei fatti umani, economici e quindi politici, ma anche perchè sono quelle che meglio si prestano a porre in evidenza la correlazione dei fatti e fenomeni distribuiti, la quale sta alla base del metodo geografico. Inoltre ho cercato di dare, credo per la prima volta in Italia, una esposizione organica anche della Antropogeografia, la cui importanza è oggi universalmente riconosciuta, non solo come studio dei rapporti che corrono fra l'uomo e le condizioni geografiche, ma anche come illustrazione delle grandiose manifestazioni della reazione dell'uomo sull'ambiente naturale.

Nel vasto campo degli studi e delle ricerche di Geografia, non vi sono finalità e metodi diversi in contrasto, come fu creduto in passato, bensì le necessarie specializzazioni od applicazioni, come quelle della Geografia fisica, economica e politica, hanno tutte per base un'organica visione dei rapporti distributivi dei fenomeni sulla superficie terrestre, rapporti che si ricompongono ad unità sostanziale nella visione sintetica delle leggi fisiche e delle tendenze umane, analizzate ed illustrate dalla Geografia generale.

Se nella stesura del mio lavoro fossi incorso in difetti di metodo e in errori di fatto, sarò grato a quanti, con animo benevolo, vorranno segnalarmeli, per migliorare un volume che, nelle mie intenzioni, vuole dare fondamenti razionali alla formazione di una consapevole coscienza geografica degli italiani nel momento dinamico che attraversiamo, foriero di una nuova storia.

Bologna, aprile 1939-XVII.

A. R. Toniolo

PARTE PRIMA

INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA

CAP. I.

CONCETTO E METODO

§ 1. — SVILUPPO STORICO DELLA SCIENZA GEOGRAFICA. — La *Geografia* — per quanto scienza molto antica, rispondente alla necessità dell'uomo di riconoscere la situazione dei luoghi e dei fenomeni che lo circondano — come organismo scientifico autonomo con oggetto, fini e metodi propri, si è costituita nella seconda metà del sec. XIX. Infatti solo quando la superficie della Terra fu quasi interamente esplorata e lo sviluppo delle Scienze naturali ed umane diede i mezzi per una conoscenza razionale delle varie parti del Globo, la Geografia potè avere la sua definitiva sistemazione dottrinale, che risale in definitiva appena ad un quarantennio, cosicchè è la più giovane fra le scienze della Terra.

L'etimologia della parola (γῆ = Terra, γράφειν = descrivere), *descrizione della Terra,* risponde assai imperfettamente al concetto attuale della scienza geografica, che vuole cercare le cause e le conseguenze della distribuzione dei fatti e fenomeni sulla superficie terrestre.

La Geografia classica greco-romana, con tendenze diverse, ebbe o intendimenti teorici, come quelli di determinare, con i filosofi ionici (sec. VII-VI a. C.), la forma e le dimensioni della Terra, o scopi pratici, per stabilire correttamente il disegno della Terra (Claudio Tolomeo, II sec. d. C.) e per illustrare, come Strabone (I sec. d. C.), le diverse regioni.

Dopo il Medio-evo, nel quale la Geografia perdette una propria personalità, essa risorse nel Rinascimento, in conseguenza della nuova diffusione delle opere di Tolomeo, dei grandi viaggi di scoperta e delle navigazioni oceaniche, dei secoli XV e XVI; ma il rapido quanto inatteso allargarsi delle conoscenze su tutto il Globo, dopo la scoperta del Nuovo Mondo, con la enorme e caotica raccolta di nuovi elementi apportati dai

viaggiatori, senza alcuna discriminazione critica, diede luogo a faragginose e talora fantastiche compilazioni geografiche, senza alcun tentativo di sintesi scientifica.

Solo Bernardo Varenio, olandese, e qualche altro raro suo contemporaneo, a metà del sec. XVII, tentarono un coordinamento scientifico dei fatti geografici; ma furono sforzi isolati e non compresi, cosicchè fino a tutto il sec. XVIII, la Geografia si restrinse ad un compito puramente descrittivo o di nomenclatura dei vari paesi del Mondo, a scopi statistici e pratici; mentre dal suo seno uscivano altre scienze, costituitesi autonome, quali la geodesia, la geologia, la meteorologia ecc.

Nella prima metà del sec. XIX, per merito dell'Humboldt e del Ritter, vengono gettate le fondamenta della moderna Geografia, a cui si apersero nuovi campi d'indagine, come scienza di osservazione.

Alessandro di Humboldt (1769-1859), naturalista e viaggiatore, applicando il principio della « coordinazione spaziale », fa della Geografia la scienza dei rapporti tra i fatti e i fenomeni distribuiti sulla superficie terrestre.

Contemporaneamente Carlo Ritter (1779-1859), professore universitario di tendenze speculative ed efficace maestro, mette in luce i rapporti di coordinazione spaziale fra l'ambiente geografico e i fatti umani e studia le varie regioni del Globo, con « metodo comparativo », come parti di un unico organismo, la Terra.

I numerosi seguaci dei due sommi diedero luogo a due distinti indirizzi, naturalistico e storico, in urto fra loro, senza che fosse possibile, per allora, comporre il dissidio in una unità di indirizzo e ritardando così il costituirsi della Geografia scientifica.

I Ritteriani, numerosi sopratutto nelle scuole tedesche, nello studio dei rapporti fra la Terra e l'Uomo si lasciarono trascinare dall'elemento storico, ponendo in secondo piano la geografia fisica, a cui Humboldt aveva aperto nuovi orizzonti.

Ma i progressi delle esplorazioni nell'interno dei continenti e lo sviluppo delle Scienze Naturali, nella seconda metà del secolo XIX, diedero alla Geografia fisica nuovo impulso, per merito sopratutto di Oscar Peschel in Germania (1826-75), che la concepì come lo studio dell'ambiente naturale, elemento relativamente stabile, su cui agiscono e reagiscono i variabili e complessi fatti umani.

Ma il dualismo continuò fierissimo e insanabile fra Ritteriani, proclamanti unico scopo della Geografia lo studio della Terra, in quanto essa è sede dell'uomo, e i Pescheliani, tendenti a far rientrare l'uomo stesso fra gli elementi naturali della superficie terrestre e a ridurre quindi tutta la Geografia a quella fisica.

Dopo il 1880 un altro naturalista, Federico Ratzel (1844-1904), giungeva ad una sistemazione unitaria dei rapporti fra la Terra e l'Uomo, creando la Geografia Antropica, non in contrapposto, ma in parallelo con la Geografia Fisica o Naturale, alla quale egli dava grande importanza per l'interpretazione della distribuzione sulla superficie terrestre dei fatti umani, considerati come parte della vita biologica.

Nella stessa epoca in Italia, la Geografia scientifica ebbe due grandi esponenti in Giuseppe Dalla Vedova e in Giovanni Marinelli.

Il Dalla Vedova (1834-1915) fu il primo a far conoscere in Italia i nuovi orizzonti della Geografia, le sue finalità, i suoi metodi. Seguace particolarmente di un indirizzo sintetico generale, elaborò con criteri propri i concetti unitari della geografia, educando dalle cattedre universitarie di Padova e di Roma più generazioni di discepoli e imprimendo, quale Segretario prima e Presidente poi della Società Geografica Italiana, un indirizzo scientifico ai più notevoli viaggi di esplorazione dei nostri eroici pionieri nell'Africa Orientale.

Giovanni Marinelli (1846-1900), proseguendo lo studio della Geografia come scienza di osservazione, secondo i nuovi criteri unitari di questa scienza, fu fra noi l'iniziatore della ricerca regionale, con l'indagine dell'ambiente naturale, dei suoi rapporti e dei suoi limiti, pur elaborando anche chiare sintesi descrittive.

Ambedue questi nostri preconizzavano così quella nuova evoluzione della scienza geografica che, fra gli ultimi anni del sec. XIX e i primi del XX, tendeva ormai a comporre il dualismo, fino allora profondo, fra le due branche della Geografia.

Nel nuovo indirizzo della descrizione razionale del paesaggio la *Geografia fisica* si avantaggiò dal connubio con la Geologia, che diede luogo ad una nuova branca, la *Morfologia terrestre*, con Ferdinando Richthofen (1833-1904) e Alberto Penck (n. 1858) in Germania, e La Noë (1836-1902) e De Margerie (n. 1862) in Francia, ma che ebbe il suo massimo sviluppo nella scuola americana di W. M. Davis (1850-1934), con lo studio evolutivo del paesaggio morfologico, e alla quale aderirono Emmanuele De Martonne (n. 1873) in Francia, Olinto Marinelli (1874-1926), Luigi De Marchi (1857-1936), G. Dainelli (n. 1878), e Gaetano Rovereto (n. 1870) in Italia.

Frattanto la *Geografia biologica*, nella ricerca dei fattori geografici, che hanno influenza sulla distribuzione delle grandi associazioni sopratutto vegetali, progrediva per merito dello Schimper (1856-1901), del Warming (1841-1924) e dell'Adamovic, che considerano i vari paesaggi biologici del Globo in relazione alle condizioni ambientali. Fra gli Italiani in questo campo emergono Augusto Beguinot (n. 1875), Giovanni Negri (n. 1877), Renato Pampanini (n. 1875) e Edoardo Zavattari (n. 1883).

Infine la *Geografia antropica*, pur seguendo le idee generali del Ratzel, si perfezionava ed inquadrava nella ricerca dei più complessi fattori d'ambiente fisico e storico, che influiscono sulla distribuzione delle masse umane e del loro *genere di vita*, e ciò sopratutto per merito della scuola francese di Paolo Vidal de la Blache (1843-1918), Giovanni Brunhes (1869-1930), Camillo Vallaux e Alberto Demangeon, la quale considera il *paesaggio umano* nella sua connessione ed evoluzione con quello fisico e storico. Indirizzo che trovò da noi valorosi cultori in Olinto Marinelli, in Roberto Almagià, in Arrigo Lorenzi, in Renato Biasutti ecc.

La *Geografia scientifica*, superato ormai lo stadio puramente informativo, proprio delle epoche delle scoperte di nuovi territori, e distintasi,

per i suoi fini e i suoi metodi, da altre discipline riguardanti la Terra, si è costituita oggi in un organismo autonomo, fondendo le varie sue branche in un unico sistema sintetico, che è uno dei suoi caratteri più salienti.

§ 2. — Definizioni e metodo della Geografia. — La *Geografia* è la scienza che studia la distribuzione e connessione spaziale dei fatti e fenomeni sulla superficie terrestre, nelle loro cause e nei loro effetti.

La Geografia ha per *oggetto* lo studio della localizzazione ed estensione, sulla superficie terrestre, di tutti i fatti e fenomeni fisici, biologici ed umani, studiati nella loro essenza da altre scienze; e il suo *scopo* è la determinazione dei rapporti di interdipendenza, che legano fra loro i fatti distribuiti, ricercandone le modalità e gli effetti. Essa è scienza *sintetica*, perchè coordina, in tal modo, i risultati acquisiti da altre discipline non aventi, per sè stesse, alcun carattere geografico: come la Geologia, la Meteorologia, la Botanica, la Statistica, la Storia ecc.

Ne deriva, che il *metodo* proprio della Geografia, che ne assicura la sua individualità di fronte ad altre scienze, è dato dai principi: di *loca-lizzazione* ed *estensione* dei fatti e fenomeni sulla superficie terrestre; di *correlazione* fra i fatti distribuiti, per cui ciascuno di essi è in funzione degli altri vicini; di *causalità*, che ammette rapporti di causa e di effetto in tale distribuzione spaziale e conferisce alla Geografia moderna il suo carattere scientifico.

Per tali compiti la Geografia, come le Scienze naturali, usa la *de-scrizione* dei fatti nella loro distribuzione, aspetto ed evoluzione, che per-mette di analizzare i loro caratteri, in funzione degli altri fatti che li cir-condano e li modificano (*adattamento all'ambiente*); nonchè la *compa-razione* di forme omologhe variamente distribuite sulla superficie terrestre, per determinarne il comportamento di fronte a cause comuni.

Lo *strumento* indispensabile per lo studio della Geografia è la carta geografica, rappresentazione ridotta di tutta o parte della superficie ter-restre, e sulla quale possono essere localizzati i fatti e le loro aree di diffu-sione, per porne in evidenza i rapporti spaziali di reciproco adattamento, specie nelle zone limite fra di esse.

§ 3. — Partizione della Geografia. — Lo studio dei fatti e fenomeni distribuiti può estendersi a tutta la superficie della Terra, per ricercare le cause e le leggi che presiedono a tale distribuzione, e si ha allora la *Geografia generale;* oppure vuole determinare i rapporti di interdipendenza dei fatti raggruppati in organiche unità spaziali, in cui si può dividere la Terra (*regioni geografiche*) ed è questa la *Geografia particolare* o *corografica*.

Quanto ai diversi problemi di studio della Geografia, sia essa generale o particolare, questa si può distinguere in:

a) *Geografia fisica*, che studia tutta o parte della superficie terrestre, nei suoi lineamenti e nei fenomeni fisici su essa distribuiti; la quale a sua

volta si suole dividere in *Oceanografia*, che si occupa della distribuzione dei fenomeni del mare e delle loro influenze sulle terre contermini e sulla vita; in *Climatologia*, che descrive i tipi meteorologici e ne indica la distribuzione con le loro conseguenze sul regime dei corsi d'acqua, sulla vegetazione, sull'uomo ecc.; in *Geomorfologia* che ricerca la estensione, la forma e la genesi dei rilievi sulle terre emerse in rapporto alla loro localizzazione e alle cause determinanti;

b) *Geografia biologica*, che considera la distribuzione delle forme di vita sulla superficie terrestre, e precisamente: *Fitogeografia*, che si riferisce alla distribuzione delle piante, ma sopratutto delle loro associazioni e del loro aspetto in rapporto all'ambiente fisico in cui si sviluppano; *Zoogeografia*, localizzazione di animali e società animali nei loro rapporti coll'ambiente fisico e vegetale;

c) *Geografia antropica*, che indaga i complessi rapporti della distribuzione degli uomini, delle società umane e delle loro attività sulla superficie terrestre. Data la grande varietà di queste attività, si può studiare la distribuzione degli uomini nelle loro relazioni col mondo fisico e biologico, che ne determinano il *modo di vita* per la soddisfazione delle loro necessità (*Geografia umana*); oppure nella distribuzione delle attività umane rivolte a produrre e a scambiare la ricchezza in rapporto coll'ambiente naturale (*Geografia economica*); infine nelle influenze geografiche sullo sviluppo o decadenza delle società umane e degli Stati (*Geografia politica*).

§ 4. — Scienze ausiliari della Geografia. — Allo studio delle singole parti della Geografia, per chiarire le ragioni della distribuzione dei fatti e fenomeni sulla superficie terrestre, vanno premesse alcune nozioni di *Cosmografia*, detta anche *Geografia astronomica*, la quale considera la Terra, come corpo celeste, avente una certa forma, dimensione e rapporto con altri corpi celesti. A queste nozioni si aggiungono alcuni elementi di *Cartografia*, per ben comprendere il diverso uso delle varie carte geografiche, che sono strumenti indispensabili per la scienza geografica.

Cosmografia e Cartografia, raggruppate sotto il nome di *Geografia matematica*, non possono rientrare però nella moderna Geografia come organismo scientifico, appartenendo, per il loro fine e i metodi di studio, alle discipline fisiche e matematiche. Essa è costituita infatti di un insieme di nozioni riassumenti i risultati di indagini proprie di altre scienze, e coordinati soltanto a scopo propedeutico.

Al geografo sono necessarie anche altre nozioni di scienze ausiliari della Geografia fra le quali: la *Fisica terrestre* (per la costituzione e le proprietà fisiche della Terra, delle masse acquee, dell'atmosfera ecc.), la *Geologia* (per la struttura, la formazione e la storia della crosta terrestre), l'*Antropologia* (per i caratteri razziali dei vari gruppi umani), l'*Etnografia* (per i caratteri culturali, costumanze e abitudini di vita dei popoli); la *Statistica* (per i dati numerici delle masse umane, delle loro attività ecc.).

Cap. II.

FORMA E DIMENSIONI DELLA TERRA

§ 5. — Forma della Terra. — La Terra nel suo complesso si avvicina alla figura di uno sferoide di rotazione a due assi, è quindi rigonfia all'equatore, appiattita ai poli.

Avendo la Terra una figura simile ad una sfera, qualunque piano secante la superficie di essa avrà come limite un cerchio. Dicesi *orizzonte* quel cerchio che limita ai nostri occhi la calotta della sfera terrestre e del quale siamo al centro. Sull'orizzonte, fin dalla più remota antichità, furono distinte quattro direzioni fondamentali (*punti cardinali*), e cioè il *mezzogiorno* o *sud*, dove il Sole nel descrivere il suo arco diurno raggiunge la massima altezza (*culminazione*), il punto opposto, *settentrione* o *nord*, dato dalla *Stella Polare* (la prima della costellazione dell'Orsa Minore), attorno alla quale l'insieme del cielo appare dotato di un quotidiano movimento di rotazione (*Polo celeste*). La linea che unisce il nord ed il sud del luogo è detta *linea meridiana* e le direzioni intermedie, attorno alle quali nasce e tramonta il Sole, nelle varie stagioni, sono dette *oriente* od *est* ed *occidente* od *ovest*. Volgendo le spalle al mezzogiorno, durante il dì, e guardando la Stella Polare, durante la notte, l'*est* rimane a destra, l'*ovest* a sinistra. Oltre a questi punti cardinali si stabilirono le quattro direzioni intermedie, cosicchè nel complesso abbiamo otto direzioni dell'orizzonte, che presero il nome dalla provenienza dei venti nel Mediterraneo orientale (*rosa dei venti*). Esse sono: *borea* o *tramontana* (N), *greco* (NE), *levante* (E), *scirocco* (SE), *mezzogiorno* (S), *libeccio* (SO), *ponente* (O), *maestro* (NO).

Si hanno varie dimostrazioni della forma sferoidale della Terra: I° la figura circolare dell'ombra che la Terra proietta sulla luna (Aristotele, 384-322 a. C.); II° la variazione dell'altezza di una stella fissa sull'orizzonte, collo spostarsi dell'osservatore lungo un meridiano (Aristotele), III° la forma circolare dell'orizzonte stesso (Cleomede, I° sec. d. C.), IV° l'allargarsi del cerchio dell'orizzonte coll'elevarsi in altitudine (Tolomeo, II° sec. d. C.); V° la gravità che agisce secondo i raggi di una sfera (Archimede, 287-212 a. C.); VI° i viaggi di circumnavigazione intorno al globo (Magellano, 1480-1521).

Sono prove dello schiacciamento. I° il rapido aumento delle forze di gravità con lo spostarsi verso il Polo, maggiormente vicino al centro della Terra (Newton, 1643-1727); II° la lunghezza maggiore dell'arco di meridiano presso i Poli, che presso l'Equatore (misure di Maupertius e Clairent in Lapponia, 1736-37, e De la Condamine e Bouguer nel Perù, 1735-43).

Le moderne misure pendolari di gravità, su vari punti della superficie terrestre, dimostrano però, che sulle isole oceaniche la forza di gravità è maggiore, che non sulle coste dei continenti o nell'interno di questi, sebbene la densità delle masse acquee sia di circa metà di quella delle rocce solide della superficie terrestre. Si deve ammettere quindi, che sotto la crosta terrestre vi sia una diversa distribuzione di masse. Nel mezzo degli oceani la superficie del mare, astraendo dalla curvatura terrestre, trovasi ad un livello inferiore a quello che essa ha in vicinanza delle coste continentali. Si venne a stabilire così una superficie di livello, in ogni luogo perpendicolare alla direzione della gravità in quel punto; super-

fica che portò a considerare una speciale figura del solido terrestre, chiamato *geoide*, con superficie incurvata in ogni senso e deviante, in più o meno, dalla superficie dello sferoide tipico di riferimento. Vi sono varie incertezze sulle differenze di queste deviazioni, ma che si credono limitate a $\pm$ 100 m. (fig. 1).

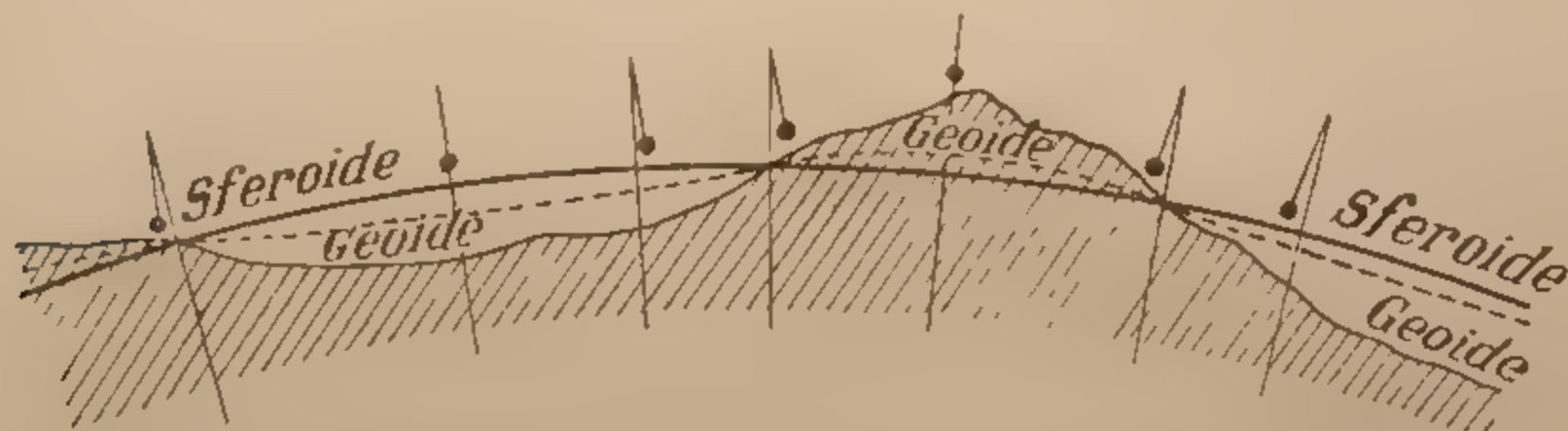



Fig. 1. — Schema delle superfici del geoide e dello sferoide terrestre.

§ 6. — Misure di gravità. — È noto che la forza di gravità agisce perpendicolarmente alla superficie terrestre e che quindi le direzioni del *filo a piombo* si disporrebbero ovunque secondo i raggi di una sfera, se la Terra fosse tale, ciò che in realtà non avviene.

Si conosce pure il valore della accelerazione della gravità (g), che varia, con legge definita, in rapporto diretto alle masse attraenti e inverso al quadrato della loro distanza, per cui un pendolo di precisione, di lunghezza costante, oscilla più lentamente all'Equatore che non verso i Poli, perchè esso si trova a maggiore distanza dal centro terrestre, data la forma ellissoidica della Terra. Così, con le osservazioni pendolari alle varie latitudini, si è potuto calcolare lo schiacciamento e la forma dello sferoide terrestre.

Però moltiplicando tali osservazioni, si dovette riconoscere che, anche sullo stesso parallelo, il pendolo oscilla più rapidamente sulle isole oceaniche, che non sui continenti, e che su questi vi sono numerose *anomalie di gravità* (*positive* o *eccessi, negative* o *difetti di gravità*) rispetto alla gravità teorica calcolata per un dato punto della superficie terrestre; anomalie delle quali si possono costruire carte, che pongono in evidenza la varia dislocazione di masse attraenti a diversa densità, entro la crosta terrestre.

Tali misure, molto delicate, possono ottenersi anche con la *bilancia di torsione*, strumento di alta precisione, costituito da una massa pesante di densità nota, appesa ad una sensibile spirale. Questa con le sue deformazioni, che sono in rapporto colle variazioni dell'accelerazione di gravità, registra le eventuali variazioni di massa (densità), nei vari punti delle superficie terrestre.

§ 7. — Dimensioni della Terra. — Considerando la Terra sferica o sferoidica, il problema della sua misura si riduce a stabilire la lunghezza di un arco di circolo massimo, di cui sia noto il rapporto col circolo stesso (*misura dell'arco di meridiano*).

Vari tentarono questa misura fin dall'antichità (Dicearco di Messina, 347-285? a. C.; Posidonio, 135-51 a. C.). Il metodo fu lo stesso per tutti gli antichi: misurare la distanza fra due punti ritenuti sullo stesso meridiano e dei quali si valutava la differenza in latitudine mediante l'altezza sull'orizzonte di una stella fissa o del Sole. Eratostene (276-195 a. C.) fu quello che ottenne il risultato più approssimato, misurando in Egitto l'arco di meridiano intercedente fra Alessan-

dria e Siene (Assuan), che si riteneva fossero sullo stesso meridiano, ad una distanza tra loro di 5000 stadi

Era noto che a mezzogiorno del solstizio d'estate (21 giugno), a Siene (circa sul tropico del Cancro, 23° 27' lat. nord) lo stilo di un'orologio solare (*scafe*) non faceva ombra, essendo in quel punto i raggi solari nella direzione del raggio terrestre, perchè il Sole era allo zenit. Ad Alessandria invece (31° 30' lat. nord), alla stessa ora dello stesso giorno l'ombra dello stilo copriva un cinquantesimo della circonferenza dello scafe. L'angolo formato dalla direzione dei raggi solari al vertice dello stilo (fig. 2 α') era uguale a quello che la verticale di Alessandria formava al centro della Terra con la verticale di Siene (angoli alterni interni eguali, fig. 2, α), esso era dunque un cinquantesimo del circolo massimo, cioe la circonferenza terrestre doveva misurare 5.000 × 50 = 250.000 stadi, (quasi 46.250.000 m.), misura in eccesso rispetto alle attuali.

In seguito, altre misure di meridiano furono tentate, però con valori molto diversi tra loro e con incertezze sempre maggiori sul reale valore delle dimensioni terrestri Nel 1793, in Francia, si accetto come lunghezza del meridiano ellittico della Terra il valore di 20.522.960 tese (*toise de Pérou*), di cui la quarantamilionesima parte fu la nuova unità di misura, chiamata *metro*.

Fig. 2. — Misura d'Eratostene della dimensione della Terra

Le odierne misure geodetiche, hanno dato un valore alquanto diverso al meridiano terrestre e quindi al metro, che sarebbe di $2/_{10}$ di mm. superiore al regolo di platino, che si conserva nei sotterranei dell'Archivio Nazionale di Parigi, e che rimane pur sempre il campione di misura nel sistema decimale; per cui il metro deve considerarsi oggi come una unità di lunghezza convenzionale.

Non tutti i paesi usano il sistema metrico, ed è quindi conveniente riportare le misure più comunemente usate in passato o anche ora adottate, con la corrispondenza nel sistema metrico decimale

Miglio italiano, geografico o marino	= m. 1852
» *inglese e degli Stati Uniti*	= m. 1609
» *austriaco*	= m. 7586
» *danese*	= m. 7532
» *norvegese*	= m. 11239
» *olandese*	= m. 5857
» *spagnolo*	= m. 1413
» *svedese*	= m. 10688
» *svizzero*	= m. 8368
» *tedesco*	= m. 7420
Versta russa	= m. 1067
Verri turco	= m. 1476
Ri giapponese	= m. 3927
Li cinese	= m. 500

Da ricordare sono pure

il *nodo marino*, misura di velocità, pari alla 120ma parte del miglio marino (è ora sinonimo di miglio marino), cioè . .	= m. 15,33
il *piede inglese* (*foot*, misura di altezza) . .	= m. 0,3047
il *pollice inglese* (*inch*, 1/12 di piede) . .	= m. 0,0254
il *braccio inglese* (*fathom*, misura di profondità)	= m. 1,828
lo *yard inglese*, (pari a tre piedi) . . .	= m. 0,914

Gli elementi dello sferoide terrestre, furono calcolati dall'astronomo Federico Guglielmo Bessel nel 1841 (*elementi di Bessel*); ma in seguito a numerose misure del grado di meridiano, fu adottato come « *elissoide internazionale* » (1924) quello caratterizzato dai seguenti valori:

Semiasse maggiore (equatoriale) . .	m.	6.377.397
Semiasse minore (polare)	m.	6.356.079
Differenza	m.	21.318
Appiattimento polare		1:299
Raggio medio	m.	6.367.387
Lunghezza dell'equatore	m.	40.070.368
Lunghezza dell'ellisse meridiana . .	m.	40.003.423
Superficie dello sferoide terrestre . .	Kmq.	509.950.714
Volume dello sferoide terrestre	Kmc.	1.082,8 miliardi

L'asse minore dello sferoide terrestre (*asse terrestre*), attorno al quale esso ruota, tocca due punti, detti *poli*, (*Polo Nord* e *Polo Sud*). V'è poi un cerchio massimo (*Equatore*), normale all'asse terrestre, che divide la Terra in due metà eguali, dette *emisferi* (*Emisfero boreale* o *settentrionale* ed *Emisfero australe* o *meridionale*), sulla cui superficie, a causa della rotazione, già gli antichi avevano riconosciuto, che i fenomeni e i movimenti sono invertiti, da un lato e dall'altro dell'Equatore.

Vi sono poi dei cerchi minori, *paralleli* all'Equatore, in numero di 90, così sull'uno e sull'altro emisfero, che servono, come vedremo, a misurare la *latitudine* dall'Equatore verso un polo e verso l'altro e che dividono la Terra in *zone*.

Di questi paralleli importanza per i fenomeni climatici, come vedremo, hanno specialmente i *Tropici* (del *Cancro* nell'Emisfero settentrionale, 23° 27' lat. N., e del *Capricorno* in quello meridionale, 23° 27' lat. S.), che limitano una fascia, detta *zona intertropicale*, divisa per metà dall'Equatore. Vi sono poi altri due paralleli, i *Circoli polari* (*nord*, 66° 33' lat. N., e *sud*, 66° 33' lat. S.), che limitano due *calotte polari*, ai cui centri vi sono i poli (*calotta polare artica* ed *antartica*). Fra la zona tropicale e le due calotte polari vi sono le due *zone delle medie latitudini* (*boreale* ed *australe*).

Sullo sferoide terrestre si possono tracciare inoltre dei cerchi massimi, passanti per i poli e aventi per asse l'asse terrestre, in numero di 180, ognuno dei quali divide pure la Terra in emisferi, *orientale* dalla parte dove si vede sorgere il sole, *occidentale* dove questo tramonta.

Ognuno di questi cerchi massimi è diviso in due semicirconferenze dette *meridiani* e che si contano in 360° sull'Equatore (*longitudine*) e servono, come vedremo, per la misura della durata del giorno.

Cap. III

I MOTI DELLA TERRA

§ 8. — L'Universo. — L'insieme di tutti i corpi celesti, fissi o mobili, costituisce l'*Universo* o *Cosmo*.

Fra i corpi celesti o siderei (detti anche *astri*) si distinguono le *stelle* ed i ***pianeti***.

Si chiamano ***stelle*** gli astri che emanano luce e calore e sono dotati di movimenti poco percettibili alla comune nostra osservazione, gli antichi li chiamarono *stelle fisse* e li raggrupparono in *costellazioni*, fra le quali le più note sono l'*Orsa Maggiore*, l'*Orsa Minore* e quelle che costituiscono lo *Zodiaco*, cioè le dodici costellazioni che si susseguono nel loro moto apparente nel nostro cielo, ad intervallo di circa un mese fra loro. Si chiamano invece *pianeti* i corpi siderei opachi, che ruotano attorno ad una stella e ne riflettono la luce ed il calore, gli antichi, specialmente gli Assiri ed i Caldei, che ne osservarono il moto e credevano ad una loro influenza sulla vita degli uomini, li chiamarono *stelle erranti*.

§ 9. — Il Sole e il Sistema solare. — La Terra è un pianeta del Sistema solare, il quale comprende nove pianeti, più centinaia di asteroidi e 27 satelliti, che ruotano tutti attorno al Sole. La distanza media dei pianeti dal Sole (presa come unità di misura la distanza della Terra dal Sole di Km. 149.509.000) è la seguente: *Mercurio* 0,387, *Venere* 0,723, *Terra* 1, *Marte* 1,524, *Asteroidi* 1,458 - 3,955, *Giove* 5,203, *Saturno* 9,539, *Urano* 19,183, *Nettuno* 30,055, *Plutone* 39,596.

Il *Sole* è una stella fissa ad altissima temperatura, del diametro 109 volte più grande di quello della Terra, con un volume 1.295.000 volte maggiore, ma la cui massa ha una densità quattro volte minore di quella della Terra. Il Sole è la sorgente di quasi tutte le energie fisiche, che si distribuiscono e agiscono sulla superficie terrestre.

Il *Sole*, dotato di moto di rotazione da est ad ovest della durata di 25 giorni circa, consta di un *nucleo* a temperatura di 20-25 000° circondato da uno strato fluido incandescente (*fotosfera*) da cui emanano giganteschi getti di materie in fiamme (*facule* o *protuberanze*) e dove si notano degli strappi o interruzioni, variabili nel tempo e nello spazio (*macchie*), attraverso i quali si scopre il nucleo più calorifico, ma meno luminoso. La fotosfera è circondata dalla *cromosfera* gassosa e da una *corona* di gas rarefatti. Le macchie solari hanno una variabilità periodica di circa 11 anni.

L'energia solare arriva alla Terra sotto forma di energia luminosa, termica, magnetica, elettrica, chimica, radiante ecc. Si chiama *costante solare* la quantità di piccole calorie che — prescindendo dalla dispersione del calore attraverso all'atmosfera — arrivano in un minuto primo ad ogni cmq. della superficie terrestre, e che oscilla fra 2 e 3.

Secondo il *Sistema eliocentrico* (Nicolò Copernico, 1473-1543; Galileo Galilei, 1564-1642), tutti i pianeti si muovono attorno al Sole (*rivoluzione*), secondo tre leggi di meccanica celeste determinate da Giovanni Keplero

(1571-1630) e studiate dalla fisica: I° *I pianeti descrivono attorno al Sole orbite ellittiche i cui piani sono variamente inclinati fra loro, ma che hanno tutte un fuoco comune, nel quale si trova il Sole;* II° *Le velocità angolari dei pianeti sono inversamente proporzionali ai quadrati delle loro distanze dal Sole*, da cui si deduce che essi percorrono le loro orbite con moto accelerato quando si avvicinano al Sole, con moto ritardato quando se ne allontanano; III° *I raggi vettori congiungenti i pianeti col centro del Sole, coprono in tempi eguali aree eguali*, dal che deriva, che i pianeti più lontani dal Sole impiegano maggior tempo a compiere il loro giro di rivoluzione, per la maggiore loro orbita e la minore loro velocità.

Le leggi formulate da Keplero trovano la loro giustificazione nella legge di « gravitazione universale » scoperta da Isacco Newton (1642-1727); per questa legge si sa che la forza di attrazione reciproca dei corpi celesti è direttamente proporzionale alla loro massa e inversamente proporzionale al quadrato delle loro distanze, e perciò il Sole, la cui massa è molto maggiore di quella dei pianeti, esercita su di essi un'attrazione, che sviluppa un movimento orbitale, il quale per la forza centrifuga, impedisce la loro caduta sul Sole e la cui velocità è tanto maggiore quanto minore è la loro distanza da esso.

Sulla formazione del sistema solare, che non è immobile, ma si va lentamente spostando nel cielo verso la costellazione di Ercole, diverse e discutibili sono le teorie. La più comunemente nota è quella intuita dal filosofo Emmanuele Kant (1724-1804) e formulata dal matematico Pietro Simone Laplace (1749-1827). Secondo questa teoria da una *nebulosa*, cioè da un ammasso stellare semifluido di aspetto lattescente, ruotante attorno al proprio asse ed in processo di iniziale raffreddamento, si sarebbero staccate le *stelle*, ancora fluide ed incandescenti, dalle stelle poi, sempre continuando la rotazione ed il raffreddamento, si sarebbero staccati i *pianeti* e da essi i *satelliti* per forza centrifuga. Il moto orbitale dei pianeti e la loro origine si spiegherebbero quindi con le sole forze centripeta e centrifuga. Oggigiorno però nuovi fatti accertati e nuove scoperte, pongono in dubbio il valore di questa teoria.

§ 10. — Rotazione della Terra. — Come tutti i pianeti, la Terra è dotata di un movimento uniforme di *rotazione* da ovest ad est, attorno al proprio asse (*giorno*) e di un moto vario di *rivoluzione* attorno al Sole (*anno*), con verso contrario alle lancette dell'orologio.

Mentre la velocità angolare di rotazione della Terra, è eguale a tutte le latitudini, perchè qualsiasi punto della sua superficie compie un intero giro di 360° in 23^h e 56′, la velocità lineare alla superficie della Terra è massima all'Equatore (28 Km. al 1^m) e va decrescendo verso i poli (a 60° di lat. 14 Km. al 1^m). Con essa diminuisce proporzionalmente la forza centrifuga e prevale quella della gravità.

La dimostrazione fisica della rotazione terrestre è data dai gravi, che cadendo dall'alto deviano dalla verticale e si spostano verso oriente (Domenico Guglielmini, 1655-1710); perchè il punto di partenza del grave è più in alto e quindi più lontano dall'asse terrestre, che non il terreno sottostante, ed ha perciò una velocità lineare di rotazione da ovest verso est maggiore di quella del terreno stesso; cosicchè nel cadere viene a trovarsi alquanto avanzato verso oriente, rispetto al piede della verticale.

Altre prove furono ottenute con le esperienze degli Accademici del Cimento (sec. XVIII) e finalmente col *pendolo* di Foucault (1851). Infatti mantenendosi la posizione del piano di oscillazione del pendolo sempre la stessa, se vediamo che detto piano compie a poco a poco nelle 24h, una intera circonferenza attorno a se stesso [illegible] nel nostro emisfero da ovest ad est per il nord ciò vuol dire che è la terra che ha girato al di sotto del pendolo. Anche nel *giroscopio*, il cui piano di rotazione si mantiene costante, si osserva in 24h, che questo compie una intera circonferenza, girando da ovest verso est.

§ 11. — CONSEGUENZE MECCANICHE. — Per effetto della rotazione e conseguente diversità della velocità lineare alle varie latitudini, ogni corpo sulla superficie terrestre che si muova liberamente dall'Equatore verso i Poli, è dotato pure di una velocità lineare di traslazione da ovest verso est; per cui quando giunge a latitudini aventi velocità lineari minori della sua di partenza, questo corpo si trova spostato verso oriente (Fig. 3: CD', CG'). L'opposto avviene per un movimento da nord verso sud, che si trova invece in scapito, e spostato verso ovest (Fig. 3: AB', EB').

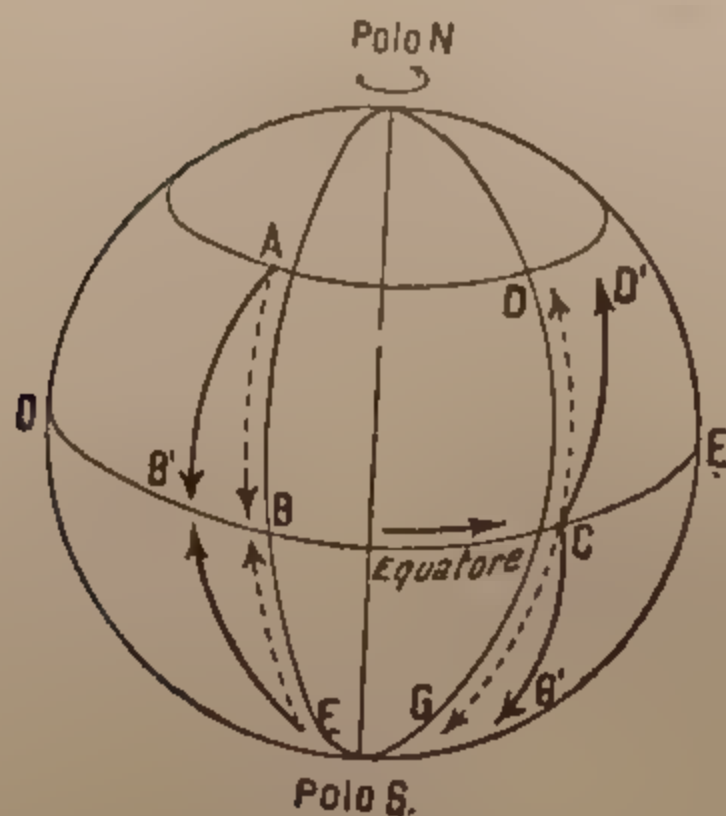



Fig. 3. — Deviazione dei corpi in movimento sulla superficie terrestre.

Sulla superficie terrestre le traiettorie di corpi in movimento nel senso dei meridiani, deviano verso destra rispetto alla direzione del moto, nell'emisfero boreale, verso sinistra in quello australe (es. deviazione dei venti e delle correnti marine a destra e a sinistra, nei due emisferi).

§ 12. — CONSEGUENZE PER L'ILLUMINAZIONE. — Data la grande distanza della Terra dal Sole (oltre 149 mil. di Km.), la forte differenza fra le due superfici ($1:109^2$) e la diffusione della luce solare attraverso l'atmosfera, i raggi solari giungono a noi quasi paralleli, in modo che la Terra in ogni istante viene illuminata solo per metà. Si ha così un emisfero illuminato, o del *dì*, e uno opposto, oscuro o della *notte*; separati, per la sfericità della superficie e per la

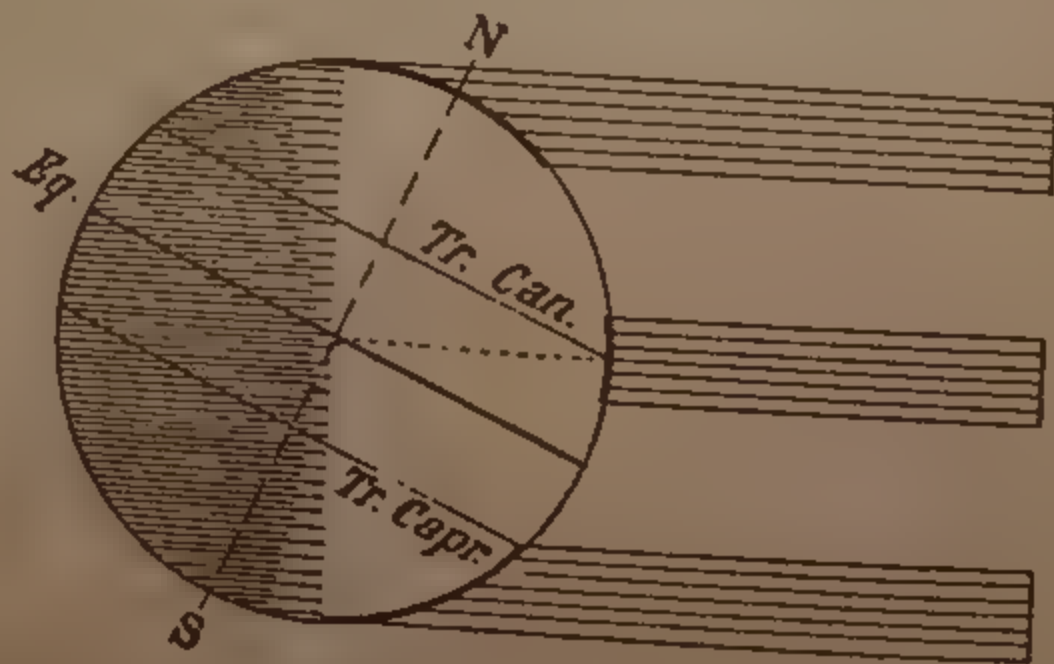



Fig. 4. — Distribuzione della energia solare sulla superficie della Terra.

rifrazione e diffusione della luce solare nell'atmosfera di una fascia d'illuminazione a luce indecisa, tanto più larga quanto più si è verso le alte latitudini. Ciò dà luogo al fenomeno dei *crepuscoli*, lunghi alle alte latitudini, brevi verso la zona equatoriale (fig. 4) e variabili con le stagioni. Tale fascia è disposta secondo un circolo massimo della sfera terrestre. Per la rotazione della Terra nelle 24 ore tutti i punti compresi nell'emisfero illuminato passano successivamente dal *dì* alla *notte*.

Presentando la Terra al Sole la sua superficie convessa, i raggi solari vi giungono tanto più obliqui, quanto più siamo vicini alla fascia di illuminazione e quindi tanto maggiore è lo spazio sui cui si distribuiscono (fig. 4). Ne deriva che l'energia solare ricevuta sull'emisfero illuminato, nell'unità di superficie, decresce quanto più ci avviciniamo alla fascia di illuminazione, cioè verso le alte latitudini e verso le ore della mattina e della sera.

§ 13. — Rivoluzione della Terra. — La Terra percorre tutta la sua orbita intorno al Sole, con verso contrario alle lancette dell'orologio, in un periodo detto *anno*, durante il quale essa compie 365 rotazioni sopra se stessa, anzi esattamente l'anno solare è uguale a 365 g. 6 h. 9 m. L'orbita terrestre (detta *eclittica*) ha una eccentricità assai piccola (1 : 0,0167), per cui si avvicina alla forma del cerchio, e giace in un piano obbliquo, rispetto a quello dell'Equatore terrestre (*obliquità dell'eclittica* = 23° 27'). Infatti l'asse terrestre nel moto di rivoluzione della Terra, non è perpendicolare al piano dell'*eclittica*, ma è inclinato a formare con essa un angolo di 66° 33' e si mantiene, durante l'intera rivoluzione,

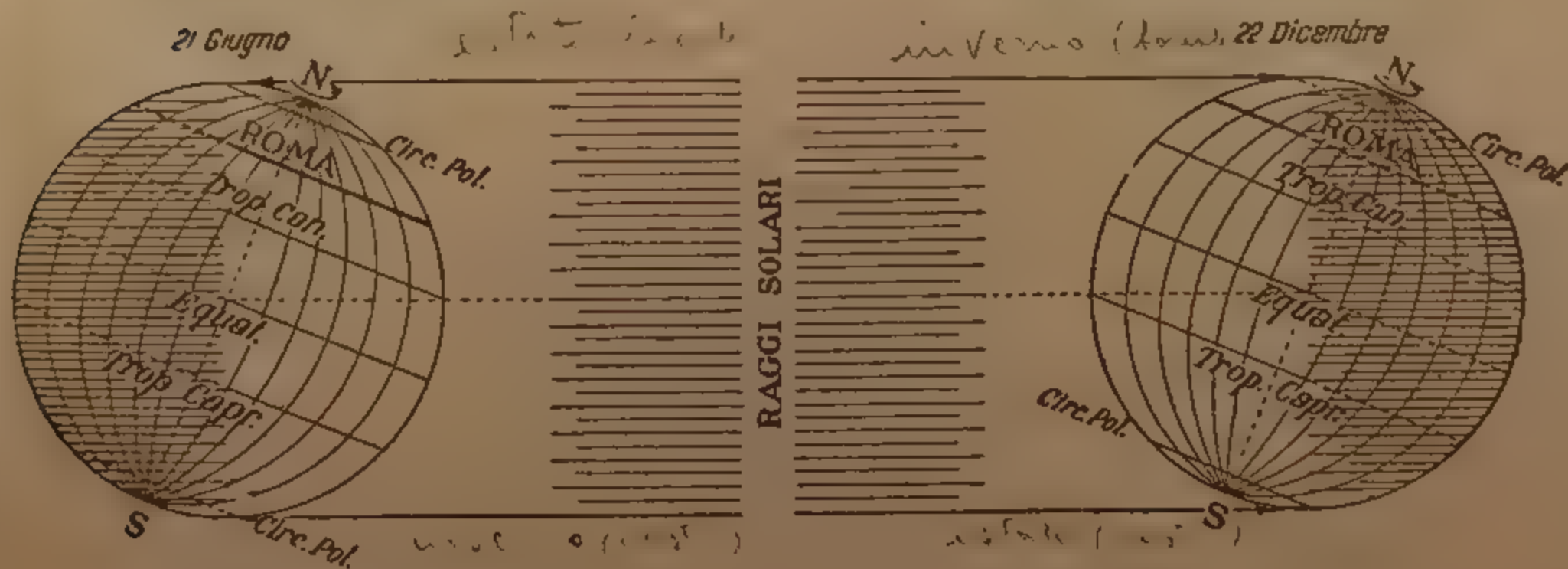



Fig. 5. — La Terra ai solstizi d'estate e d'inverno.

sempre parallelo a se stesso, cioè rivolto sempre verso lo stesso punto del cielo.

Da questi fatti deriva la diversa durata del *dì* e della *notte* nelle varie località della superficie terrestre e nei diversi momenti dell'anno; ciò che dà luogo al succedersi delle stagioni, che sono invertite nei due emisferi e che influiscono su tutti i fatti geografici.

Le stagioni astronomiche infatti sono determinate dalla diversa durata del dì e della notte e non esisterebbero, se l'asse terrestre fosse perpendicolare al piano dell'eclittica, perchè il cerchio d'illuminazione dividerebbe per metà tutti i paralleli e le ore del dì sarebbero dovunque e sempre dello stesso numero di quelle della notte.

Invece essendo l'asse terrestre inclinato sul piano dell'eclittica e mantenendosi durante l'intera rivoluzione sempre parallelo a sè stesso, tutti

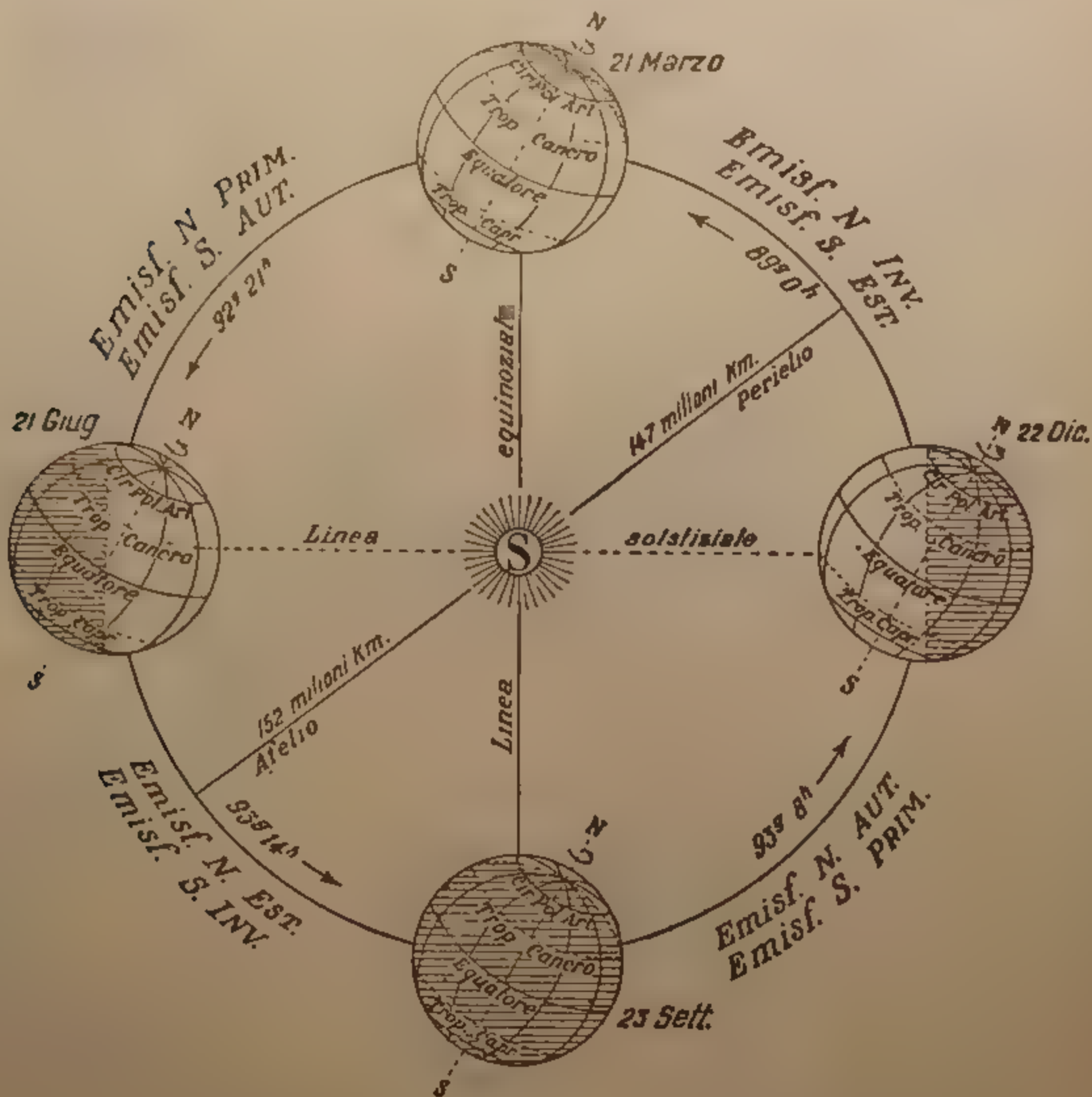



Fig. 6. — Movimento della Terra attorno al Sole.

i paralleli terrestri non sono continuamente tagliati per metà dalla fascia d'illuminazione, nè tutti i punti della Terra, ogni giorno, hanno uguale percorso nell'emisfero illuminato e in quello oscuro, nè quindi il loro *dì* è sempre uguale alla *notte*. Soltanto in due giorni dell'anno (21 marzo, 23 settembre), quando la Terra si trova in due punti diametralmente opposti rispetto al Sole, la fascia di illuminazione coincide con un meridiano (fig. 6) e in tutti i punti della Terra il giorno è quindi eguale alla notte (*equinozi*). Nelle due altre posizioni intermedie (21 giugno, 22 dicembre:

... *così* la fascia di illuminazione è tangente ai due paralleli *circumpolari*, artico e antartico, (fig. 6), delle due calotte, una è completamente illuminata, l'altra rimane allo scuro. Al di fuori delle calotte polari, la fascia d'illuminazione taglia obliquamente i paralleli, per cui essi hanno tratti diversi esposti alla luce o all'ombra e quindi le durate dei *dì* e delle *notti* sono diverse e invertite nei due emisferi, salvo all'Equatore, dove il *dì* è sempre eguale alla notte, essendo esso diviso sempre per metà dalla fascia d'illuminazione. Nelle latitudini intermedie si hanno così 4 stagioni astronomiche (non in tutto corrispondenti a quelle meteorologiche), che sono invertite nei due emisferi (nel nostro emisfero: *primavera*, 21 marzo-21 giugno; *estate*, 21 giugno-23 settembre; *autunno*, 23 settembre-22 dicembre; *inverno*, 22 dicembre-21 marzo).

Per rendercene conto vediamo, con più dettaglio, ciò che avviene ai punti critici dell'anno, nei giorni cioè dei *solstizi*, quando il Sole giunge alla sua massima altezza al di sopra o al di sotto dell'Equatore (Fig. 5), e degli *equinozi*, quando i giorni sono eguali alle notti.

Nel giorno del *solstizio d'estate* del nostro Emisfero (21 giugno) il Sole si trova, rispetto al piano equatoriale, dalla stessa parte del Polo artico e quindi l'Emisfero boreale è in condizioni privilegiate di esposizione, ricevendo maggior quantità di luce e di calore dell'altro emisfero. La fascia d'illuminazione taglia per metà l'Equatore, dove si ha il dì eguale alla notte; tutti i punti situati sul Tropico del Cancro (23° 27' lat. N.) hanno a mezzogiorno il Sole sulla verticale (fig. 5) e la durata del dì è di 13 h. 12 m., quella della notte 10 h. 48 m. Procedendo verso il Polo Nord, i raggi solari sono sempre più obbliqui rispetto alla verticale dei singoli luoghi, ma per ogni latitudine, al mezzodì di questo giorno, il Sole raggiunge la massima altezza di tutto l'anno sull'orizzonte dei singoli luoghi, il dì è sempre più lungo della notte e tanto più, quanto più ci spostiamo verso settentrione (a 40° lat. N = 14 h. 52 m. del dì e 9 h. 8 m. di notte). A 66° 33' di lat. N. (Circolo polare artico) a mezzogiorno il Sole raggiunge l'altezza di 47° sull'orizzonte, a mezzanotte lambisce l'orizzonte stesso senza tramontare (*Sole di mezzanotte*); tutti i punti della calotta polare, racchiusi entro questo parallelo, sono completamente illuminati ed hanno il *dì* lungo 24 h., ed esso si riattacca al successivo. È questa l'*estate* del nostro Emisfero, con i dì più lunghi delle notti.

A mezzogiorno della stessa data, nell'Emisfero australe, i raggi solari sono dovunque inclinati sull'orizzonte; al Tropico del Capricorno (23° 27' lat. S.), il Sole raggiunge il punto più basso sull'orizzonte di tutto l'anno (47°), il dì è il più breve dell'anno (10 h. 48 m.), la notte è la più lunga (13 h. 12 m.). Procedendo verso il Polo Sud i raggi solari sono sempre più obliqui sull'orizzonte, la notte sempre più lunga del dì, quanto più ci spostiamo verso il Polo antartico; a 40° lat. S = 9 h. 8 m. del dì, 14 h. 52 m. di notte). Al Circolo polare antartico (66° 33' lat. S.) il Sole a mezzogiorno lambisce l'orizzonte, per poi subito tramontare. Tutta la calotta polare, entro questo parallelo, è completamente oscura ed ha la notte maggiore di tutto l'anno, di 24 h., che si riattacca alla successiva. Siamo nell'*inverno* australe, con le notti più lunghe del dì.

Dopo sei mesi, quando la Terra si troverà in posizione opposta rispetto al Sole (*solstizio d'inverno* del nostro emisfero, 22 dicembre), le condizioni sono esattamente inverse a quelle del solstizio d'estate. All'Equatore però il dì è sempre uguale alla notte (12 ore); all'Emisfero boreale il Sole raggiunge il punto più basso sull'orizzonte, il dì è più corto della notte e questa sempre più lunga, man mano che ci spostiamo verso il Polo Nord. Al Circolo polare artico, a mezzogiorno il sole lambisce l'orizzonte, per poi subito tramontare; nella zona polare la notte è di 24 ore. È questo l'*inverno* del nostro emisfero, con notti più lunghe dei giorni. Nel-

Nell'emisfero australe presentandosi le condizioni opposte con i dì più lunghi delle notti, v'è l'*estate* australe.

Nei punti intermedi del suo percorso sull'eclittica (*equinozio di primavera* 21 marzo, *equinozio d'autunno* 23 settembre), a mezzogiorno il Sole invia i suoi raggi verticalmente sull'Equatore, che riceve il massimo di calore e di luce, i raggi solari cadranno sempre più obliqui procedendo verso i due poli, finchè qui saranno radenti all'orizzonte (fig. 6). La fascia d'illuminazione passa per i poli coincidendo con un meridiano, sì che tutti i punti della Terra hanno eguale percorso nell'emisfero illuminato e in quello oscuro, così all'Equatore e su tutti gli altri paralleli il dì è ovunque eguale alla notte.

§ 14. — Conseguenze stagionali. — Essendo il *dì* periodo di riscaldamento, la *notte* periodo di raffreddamento, e la quantità di calore ricevuta essendo proporzionale alla durata del *dì* e all'altezza del Sole sull'orizzonte (fig. 4), ne deriva che la stagione calda (*estate*) si ha nell'emisfero dove il dì è più lungo della notte e il Sole più alto sull'orizzonte; la stagione fredda (*inverno*) dove la notte è più lunga del dì e il Sole più basso sull'orizzonte. Fra i due tropici (23° 27' lat. N. e 23° 27' lat. S.) si stende la *zona tropicale*, dove la durata del dì e quella della notte variano poco (fra 13 ore e mezzo e 10 ore e mezzo) e il Sole passa allo zenit due volte l'anno (a nord dell'Equatore fra il 21 marzo e il 13 settembre, a sud dell'Equatore fra il 23 settembre e il 21 marzo), e una volta all'anno (solstizio) l'altezza del sole raggiunge i 90° ai tropici, entro i quali v'è la zona continuamente calda.

Al di là dei circoli polari (*calotte polari*) l'altezza del Sole raggiunge al massimo 47°, la durata del giorno varia da 24 ore al Circolo polare, a 6 mesi al Polo, o di continuo dì o di continua notte: sono le zone più fredde. Fra la zona tropicale e quelle polari si estendono le *zone temperate, boreale* ed *australe*, alle cui diverse latitudini e nelle varie stagioni, l'altezza del Sole varia da 90° al Tropico a 23° al Circolo polare, la durata del giorno da 13 ore e mezzo al Tropico passa a 24 ore al Circolo polare; esse sono le zone con variazioni termiche stagionali accentuate.

In conseguenza della durata del dì e della notte e dell'altezza del Sole sull'orizzonte alle diverse latitudini, nelle varie stagioni, la radiazione solare si distribuisce variamente nelle diverse zone della Terra. Nei rispettivi solstizi estivi dei due emisferi, i Poli ricevono la massima quantità di calore in un giorno (24 h. del dì), mentre la minima è ricevuta dall'equatore (12 h. del dì); agli equinozi la massima è all'equatore (Sole allo zenit) la minima ai poli (Sole all'orizzonte), nelle latitudini intermedie e alle altre stagioni, si hanno quantità variabili fra questi due casi estremi.

§ 15. — Durata delle stagioni — Per la seconda legge di Keplero la velocità di rivoluzione della Terra è maggiore durante l'inverno del nostro emisfero, quando la Terra si avvicina al Sole (*perielio*), minore quando se ne allontana (*afelio*). Così il nostro inverno è più breve (89 giorni e 0 ore) dell'estate (93 giorni 14 ore), e la primavera più breve (92 g. 21h.) dell'autunno (93 giorni 8 ore), contrariamente a quanto avviene nell'Emisfero australe, dove invertite le stagioni, l'estate è più corta dell'inverno (fig. 6)

§ 16. — Precessione degli equinozi. — L'asse di rotazione della Terra non rimane in realtà, come abbiamo ammesso, rigorosamente parallelo a se stesso, ma per effetto dell'attrazione della Luna e del Sole sul rigonfiamento equatoriale, esso oscilla descrivendo, in 25.000 anni, un intero cono col vertice al centro della Terra e nello stesso senso della rotazione terrestre. Questa oscillazione dell'asse terrestre fa sì, che la *linea equinoziale*, che unisce le due posizioni della Terra sull'eclittica, alla data dei due equinozi, si trova ogni anno spostata di 54'' in avanti, rispetto alla posizione dell'anno precedente. Per questa causa la data dell'equinozio di primavera si trova anticipata di 54 s. rispetto alla stessa data dell'anno precedente.

Queste variazioni periodiche, piccole in sè, si moltiplicano nel corso del tempo (1° 23' in 100 anni; 27° 55' in 2000 anni). Così nel nostro emisfero la stagione calda ha attualmente una durata superiore alla stagione fredda; ma fra 12.000 anni le condizioni saranno opposte, potendo dar luogo a modificazioni del clima.

Cap. IV.

LA LUNA — LA MISURA DEL TEMPO

§ 17. — La luna. — La *Luna*, l'unico satellite della Terra, è un corpo opaco, ruotante attorno alla Terra stessa, e che riflette la luce del Sole del cui sistema fa parte.

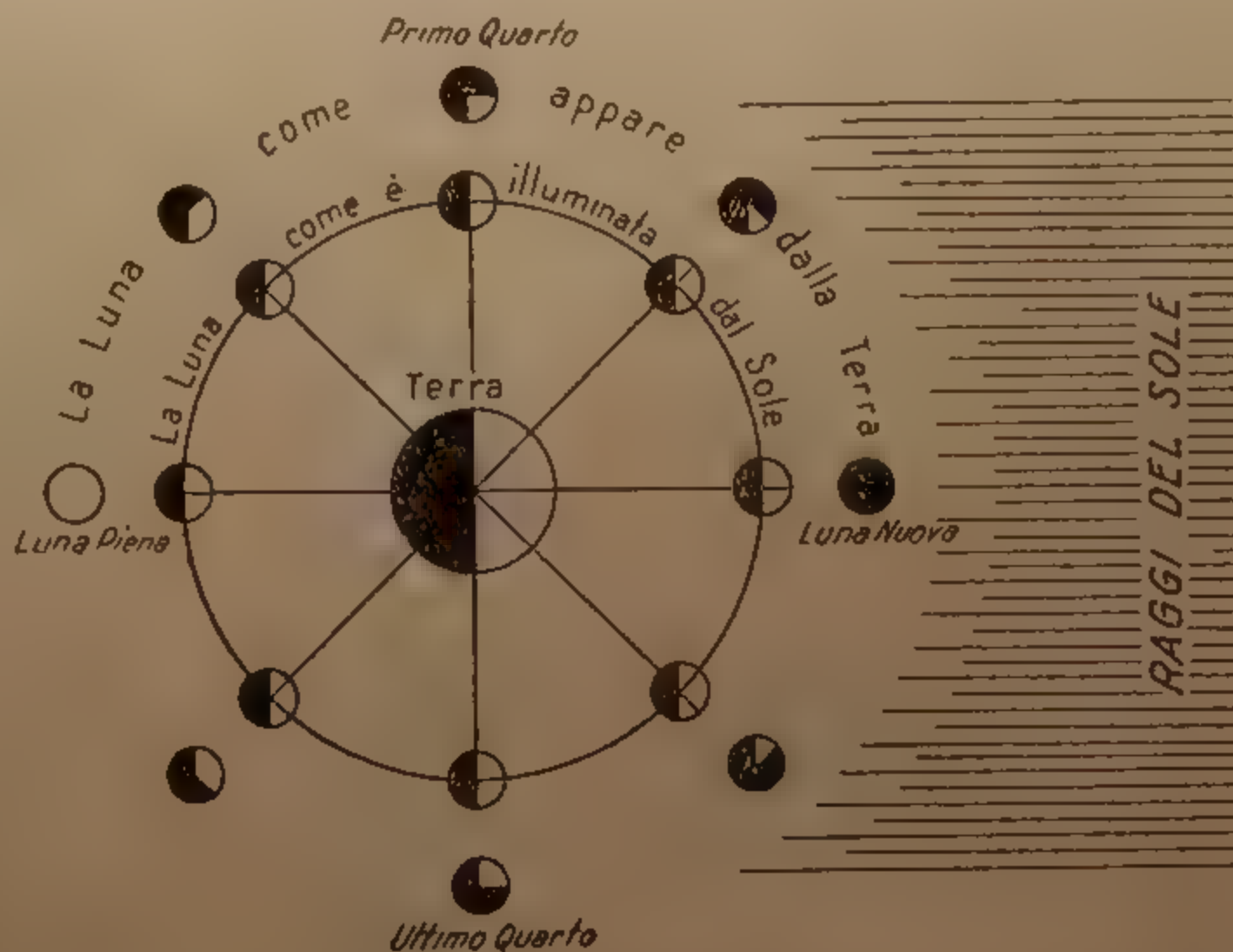



Fig. 7. — Fasi della Luna.

La Luna è il corpo celeste più vicino alla Terra, da cui dista 60.3 raggi terrestri (394.000 km.); ha un diametro che è poco più di un quarto di quello terrestre, un volume che è 1/49 del volume della Terra. La sua superficie è co-

stituita da rilievi montuosi circolari, detti *crateri*, che proiettano la loro ombra a ampie uniformi pianure dette *mari*; sulla Luna manca l'atmosfera e l'acqua ed è quindi impossibile su di essa la vita organica.

Terra-Luna, secondo la legge di gravitazione universale di Newton, formano [illegible]mente in equilibrio. Il centro di gravitazione di tale coppia, la cui posizione sta in ragione inversa alle rispettive masse, si trova entro lo sferoide terrestre, ma spostato dal centro della Terra, verso la parte dove si trova la Luna.

La Luna ha tre movimenti: di *rotazione* attorno al proprio asse, di *rivoluzione* attorno alla Terra, di *traslazione*, insieme con la Terra, attorno al Sole.

Il movimento di *rotazione* si compie nello stesso senso della rotazione terrestre ed ha la stessa durata del movimento di rivoluzione, sì che a noi è possibile scorgere sempre e solo la stessa faccia della Luna.

Il moto di *rivoluzione* è un po' più complicato, inquantochè si combina col moto di *traslazione*, poichè durante il tempo in cui la Luna compie il suo giro attorno alla Terra (*mese lunare* o *lunazione*) la Terra si sposta a sua volta attorno al Sole.

Il mese lunare, che dura 29 g. 12 h., è distinto in quattro *fasi*, a seconda della posizione che la Luna assume rispetto alla Terra, nel percorrere la sua orbita.

Nella prima fase (*Luna nuova o novilunio*) la Luna si trova fra il Sole e la Terra (fig. 7), quasi sulla linea congiungente i tre astri (*congiunzione*); essa volge a noi la parte oscura ed è quindi invisibile. Dopo 7 g. e 9 h. il Sole, la Terra e la Luna formano un angolo retto e la Luna ci mostra metà emisfero illuminato, con la convessità volta a ponente (*primo quarto*). Dopo altri 7 g. 9 h. la Luna si trova,

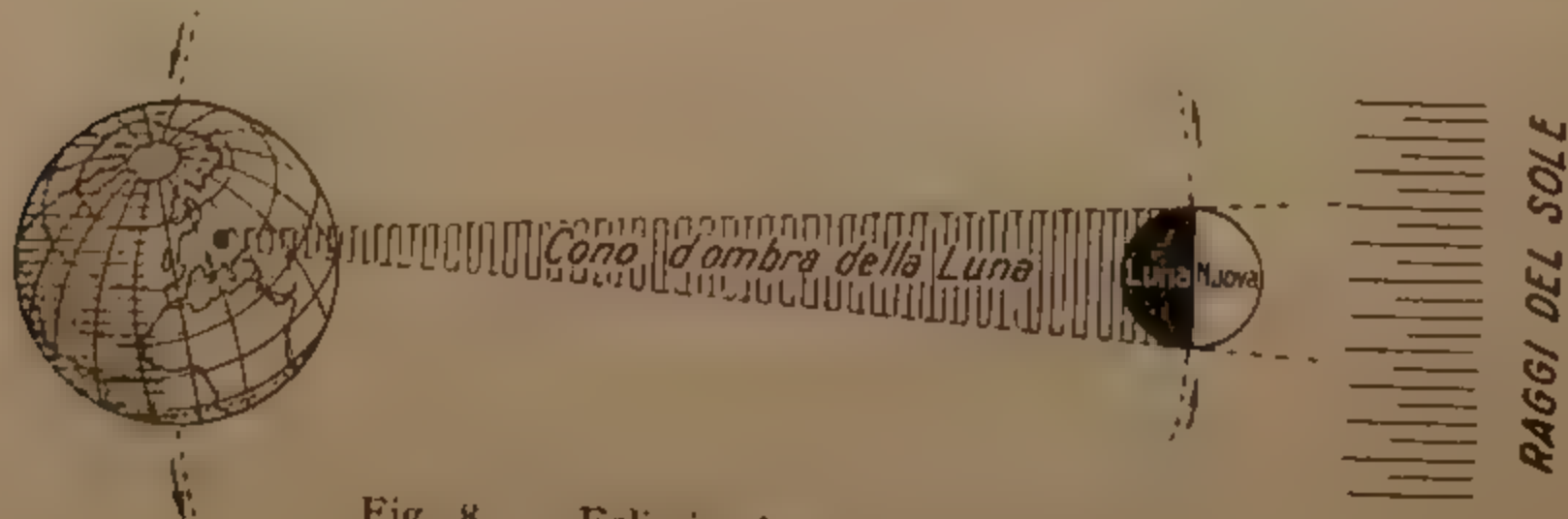



Fig. 8. — Eclissi solare (congiunzione).

rispetto alla Terra, dalla parte opposta a quella dove è il Sole (*opposizione*), ed è totalmente illuminata e visibile (*Luna piena* o *plenilunio*).

Infine dopo altri 7 g. 9 h. i tre astri formano fra loro un angolo retto e la Luna ci mostra metà dell'emisfero illuminato con la convessità volta a levante (*Luna calante* o *ultimo quarto*). Le due fasi di congiunzione e di opposizione si dicono *sizigie*, le altre due *quadrature*.

L'orbita della Luna e l'eclittica non giacciono sullo stesso piano; i due piani però si incontrano in due punti detti *nodi*; quando la Terra o la Luna si vengono a trovare in uno di questi nodi si hanno le *eclissi*, rispettivamente di *Sole*,

se la Luna è interposta fra la Terra e il Sole (*congiunzione*), intercettando la luce che il Sole emana, *di Luna*, se la Terra si interpone (*opposizione*), e copre il disco lunare con il cono d'ombra che essa proietta

Fig. 9. — Eclissi lunare (opposizione).

Le eclissi di Sole, data l'enorme differenza di grandezza e la distanza del Sole, sono sempre parziali e visibili solo in alcune parti del Globo, mentre le eclissi di Luna, sono spesso totali e visibili da ogni località dell'emisfero volto verso la Luna stessa (fig. 8 e 9).

§ 18. — GIORNO SIDEREO E GIORNO SOLARE. — Sappiamo che si dice *giorno* lo spazio di tempo durante il quale la Terra compie il suo movimento di rotazione, cioè l'intervallo di tempo fra due passaggi successivi di un astro sul meridiano del luogo.

Se noi prendiamo come punto di riferimento un astro lontanissimo, fuori del Sistema solare, il tempo intercorrente fra due consecutivi passaggi di questo astro al meridiano del luogo dicesi *giorno sidereo*, ed ha una durata sempre eguale, perchè data la distanza dell'astro, non si osservano variazioni dipendenti dal moto di rivoluzione della Terra sulla sua orbita. Ma se prendiamo come punto di riferimento il Sole, si ha il *giorno solare*, cioè lo spazio di tempo fra due mezzodì consecutivi, che è più lungo del giorno sidereo e di durata ineguale. Infatti perchè il Sole torni a culminare sullo stesso meridiano (*mezzogiorno*) la Terra deve girare, oltre i 360°, di un angolo eguale a quello del quale si è spostata sull'eclittica nelle 24^h. In media la Terra, avanzando giornalmente di quasi 1° sulla sua orbita, dopo 360 rotazioni attorno al Sole (*anno solare*) ha compiuto quasi una rotazione di più (un giorno), che non rispetto ad una stella fissa.

In pratica non è possibile tener conto nè del giorno sidereo, nè di quello solare e si è quindi accettata una misura convenzionale derivata dalla media di tutti i giorni solari (*giorno medio*); il mezzodì di questo giorno medio non coincide quindi, nei diversi luoghi, col mezzodì solare dato dagli orologi solari o meridiane. Il *giorno medio* è stato poi diviso in *24 ore*, ciascuna delle quali ha 60 *minuti primi*, ognuno dei quali è diviso in 60 *secondi*.

§ 19. — ORA LOCALE ED ORA CONVENZIONALE. — Se si tenesse conto del mezzogiorno solare di ciascun luogo, ogni località avrebbe un'ora propria.

Quando il sole raggiunge il mezzodì, cioè il culmine della sua traiettoria

diurna sull'orizzonte di una data località, passa cioè al meridiano del lu[...] è contemporaneamente mezzodì per tutti i luoghi che son posti sullo st[...] meridiano; mentre a levante il mezzodì è già passato, e a ponente esso ha an[...] da venire.

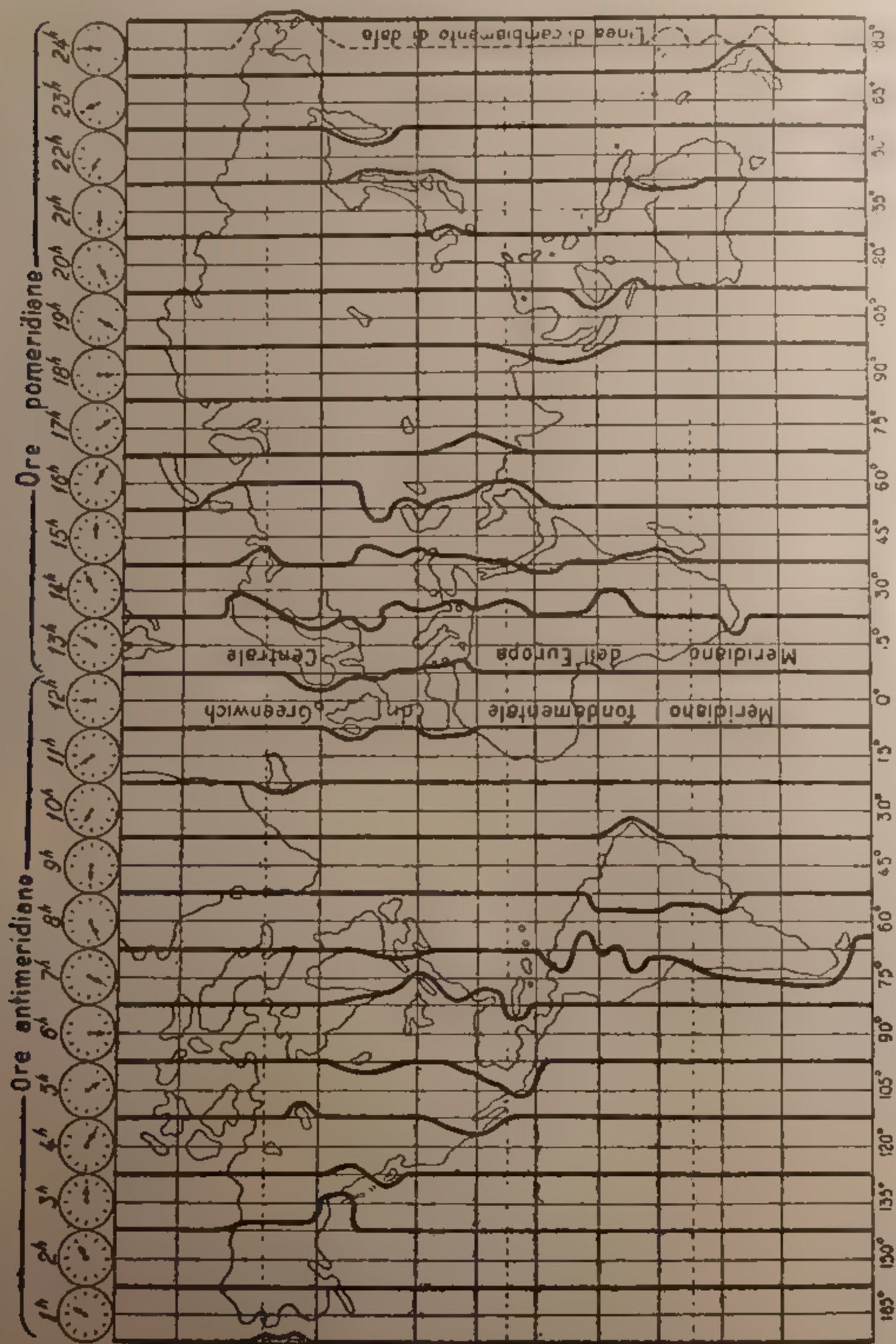



Fig. 10 — Fusi orari

La necessità delle comunicazioni fra paesi posti su diversi meridiani, fece sentire tale inconveniente, al quale si cercò di rimediare adottando *l'ora convenzionale*: si stabilì cioè di regolare le ore di un intero Stato sull'ora della sua capitale (tempo di Roma, di Parigi ecc.).

Tale sistema aveva però i suoi inconvenienti, inquantochè le differenze orarie fra

[illegible]
Si addivenne così ad una suddivisione della Terra in 24 *fusi orari*, spazi fra due meridiani posti a 15° di distanza: ogni fuso ha l'ora del suo meridiano centrale (es. *tempo medio* dell'Europa Centrale, Orientale ecc.), distanziato di un'ora precisa con i fusi contigui (fig. 10).

Il fuso iniziale è quello che ha come meridiano centrale quello di Greenwich in Inghilterra: quando a Greenwich è mezzodì, al meridiano posto agli antipodi è mezzanotte. Tale meridiano agli antipodi di Greenwich è stato preso come *linea di cambiamento di data*. Chi infatti compie il viaggio di circumnavigazione attorno alla Terra, se va verso oriente, anticipa di un'ora passando da un fuso all'altro e ritornando al punto di partenza, dopo aver compiuto l'intero giro della Terra, si troverebbe in anticipo di un giorno, mentre sarebbe in ritardo di un giorno, se procedesse da oriente verso occidente. Si è perciò stabilito che, raggiungendo l'antimeridiano di Greenwich o *linea di cambiamento di data*, si ripeta la data del giorno precedente se si va verso oriente, si salti a quella del giorno successivo se si va verso occidente.

§ 20. — L'ANNO. — Lo spazio di tempo durante cui la Terra compie una intera rivoluzione attorno al Sole, prendendo come punto di riferimento una stella fissa, è detto *anno sidereo*. Esso non è perfettamente eguale all'*anno solare* o *tropicale* o intervallo fra due equinozi omologhi (mezzodì di due 21 marzo consecutivi); l'anno sidereo dura infatti 365 g. 6 h. 9 m. 9 s., mentre l'anno solare è di 365 g. 5 h. 48 m. 46 s.: tale differenza è dovuta alla ***precessione degli equinozi***.

L'*anno* civile comunemente accettato è di 365 g. interi ed è suddiviso in 12 *mesi*, press'a poco eguali al periodo di una lunazione, ed in ~~72~~ *settimane*, di poco più brevi dei quarti lunari. 52

§ 21. — I CALENDARI — Nella realtà occorreva pur tener conto della frazione di tempo che si aggiunge ai 365 g. per costituire l'anno. Nel 46 a. C., Giulio Cesare, accettando l'opinione che l'anno fosse di 365 g. e 6 h. introdusse una riforma nel calendario che da lui prese il nome di *giuliano*. Secondo il *calendario giuliano* ogni quattro anni si doveva aggiungere un giorno, che veniva posto dopo il sesto giorno prima delle Calende di marzo (cioè dopo il 23 febbraio), il giorno si chiamava bis-sesto e da ciò derivò il nome di *anno bisestile*.

La riforma giuliana, se pur soddisfece per il momento, portò in seguito ad un errore assai grave, perchè aggiungeva 11 m 14 s. ogni anno; l'equinozio di primavera, che all'epoca del Concilio di Nicea (325 d. Cr.) era il 21 marzo, si venne in seguito a spostare sì, che verso il 1580 cadeva l'11 di marzo: poichè a tale equinozio è connessa la determinazione della data della Pasqua e di altre feste religiose, il Pontefice Gregorio XIII volle correggere tale errore di data e procedette alla riforma del calendario. La bolla papale del 15 febbraio 1582 stabilì di sopprimere 10 giorni e cioè che al giovedì 4 ottobre 1582 (festa di S. Francesco), succedesse il venerdì 15 ottobre (S. Teresa) e che, fermi restando gli anni bisestili, fra gli anni secolari fossero, bisestili solo quelli divisibili per 400; furono bisestili cioè il 1600 ed il 2000, mentre il 1700, il 1800 ed il 1900 non lo sono stati; si veniva così a rimediare all'errore del calendario giuliano.

Il calendario, che dal suo riformatore fu detto *gregoriano*, fu successivamente adottato in quasi tutti i paesi. I popoli di religione ortodossa che non l'avevano accettato fino al dopoguerra, erano in ritardo di 13 giorni e quindi per essi l'equinozio di primavera non era il 21 marzo, bensì il 3 aprile nostro.

Nell'Impero italiano, oltre al calendario gregoriano, si usano:

a) il *calendario etiopico* di 365 g. divisi in 12 mesi di 30 g. l'uno, cui si aggiungono i così detti *pagumièn*, 5 g. negli anni comuni e 6 g. nei bisestili; gli anni, son divisi in quattro stagioni ([illegible], primavera; *cheremti*, pioggie del solatizio estivo; *cheui*, il raccolto autunnale; *hagai*, la siccità del solatizio invernale) e partono da un'êra ritardata di sette anni rispetto alla nostra.

b) il *calendario ebraico* è composto di 12 mesi lunari, alcuni di 29 g. ed altri di 30 g.; a questi mesi se ne aggiunge un altro (*veadar*) sette volte ogni 19 anni. L'èra è dalla supposta data della creazione dell'uomo, cioè dal 3760 a. C.; l'anno comincia nel primo novilunio dopo l'equinozio d'autunno.

c) il *calendario mussulmano*, conta gli anni a partire dalla fuga di Maometto a Medina (*ègira*, 622 d. Cr.): ha gli anni comuni di 354 g., divisi in 12 mesi di 29 g. o 30 g. Per 11 volte ogni 30 anni si hanno poi gli anni intercalari, di 355 g.

Cap. V.

LA CARTA GEOGRAFICA

§ 22. — DEFINIZIONE. — La carta geografica è la rappresentazione ridotta di tutta o parte della superficie sferoidica terrestre, sopra una superficie piana.

La superficie sferoidica non essendo sviluppabile in un piano, ogni carta geografica dà una rappresentazione deformata della corrispondente superficie terrestre.

La deformazione è tanto maggiore, quanto più estesa è la superficie sferoidica rappresentata in una carta. Quando la parte del Globo rappresentata è molto piccola, la superficie sferoidica quasi si identifica con quella piana e le deformazioni risultano trascurabili.

§ 23. — SCALA DELLA CARTA. — È il rapporto fra le lunghezze misurate sulla carta e quelle corrispondenti sulla superficie terrestre.

Si ponga attenzione che la scala si riferisce alle lunghezze (distanze) e non alle superfici (aree); e inoltre che, per le deformazioni che subisce la superficie sferoidica della Terra per trasportarsi in un piano, la scala non si conserva esattamente in tutte le parti di una carta. Di solito si indica la scala valevole per il parallelo e il meridiano centrale della carta, oppure la scala media della carta, se questa non rappresenta zone molto estese.

La scala si esprime con una frazione (*scala numerica*), che ha per numeratore sempre l'unità, mentre il denominatore indica quante volte deve essere presa una qualsiasi misura sulla carta, per avere la corrispondente misura sul Globo.

La scala può indicarsi anche graficamente (*scala grafica*), cioè con segmenti di retta proporzionali alla lunghezza reale di un certo numero di chilometri, o di miglia, o di qualunque altra misura itineraria.

Essendo la scala di una carta espressa da una frazione, di cui il numeratore è sempre l'unità, la rappresentazione cartografica sarà tanto più grande, quanto più il denominatore sarà piccolo

Su una carta alla scala di 1:25.000, ogni millimetro corrisponde a 25.000 millimetri sul terreno, cioè a 25 m.; ogni centimetro a 250 m., ogni 4 cm. a un km.; invece su una carta a 1:2.500.000, ogni millimetro corrisponde a 2 km e mezzo, ogni centimetro a 25 km., ogni decimetro a 250 km. e via dicendo.

Si ponga mente ancora che, quando si tratta di aree, queste aumentano come il quadrato delle misure lineari.

Così l'area di terreno rappresentata da una carta al 100.000 è quattro volte maggiore di quella rappresentata in una carta a 1:50.000, e 16 volte di quella di una carta 1:25.000, cosicchè, rimanendo uguale la superficie disegnata della carta, vi si possono rappresentare dettagli tanto più numerosi quanto più la scala è grande, cioè quanto più il denominatore è piccolo. Il valore della carta, come immagine della realtà, dipende quindi in buona parte dalla scala.

§ 24. — CLASSIFICAZIONE DELLE CARTE. — Rispetto alla scala, le carte si possono dividere:

Fig. 11. — Pianta dell'odierno centro di Roma.

1° *piani* (se di città *piante*, o *mappe* se di campagna), a scale più grandi di 1:10.000 (fig. 11); 2° *carte topografiche*, a scale comprese fra

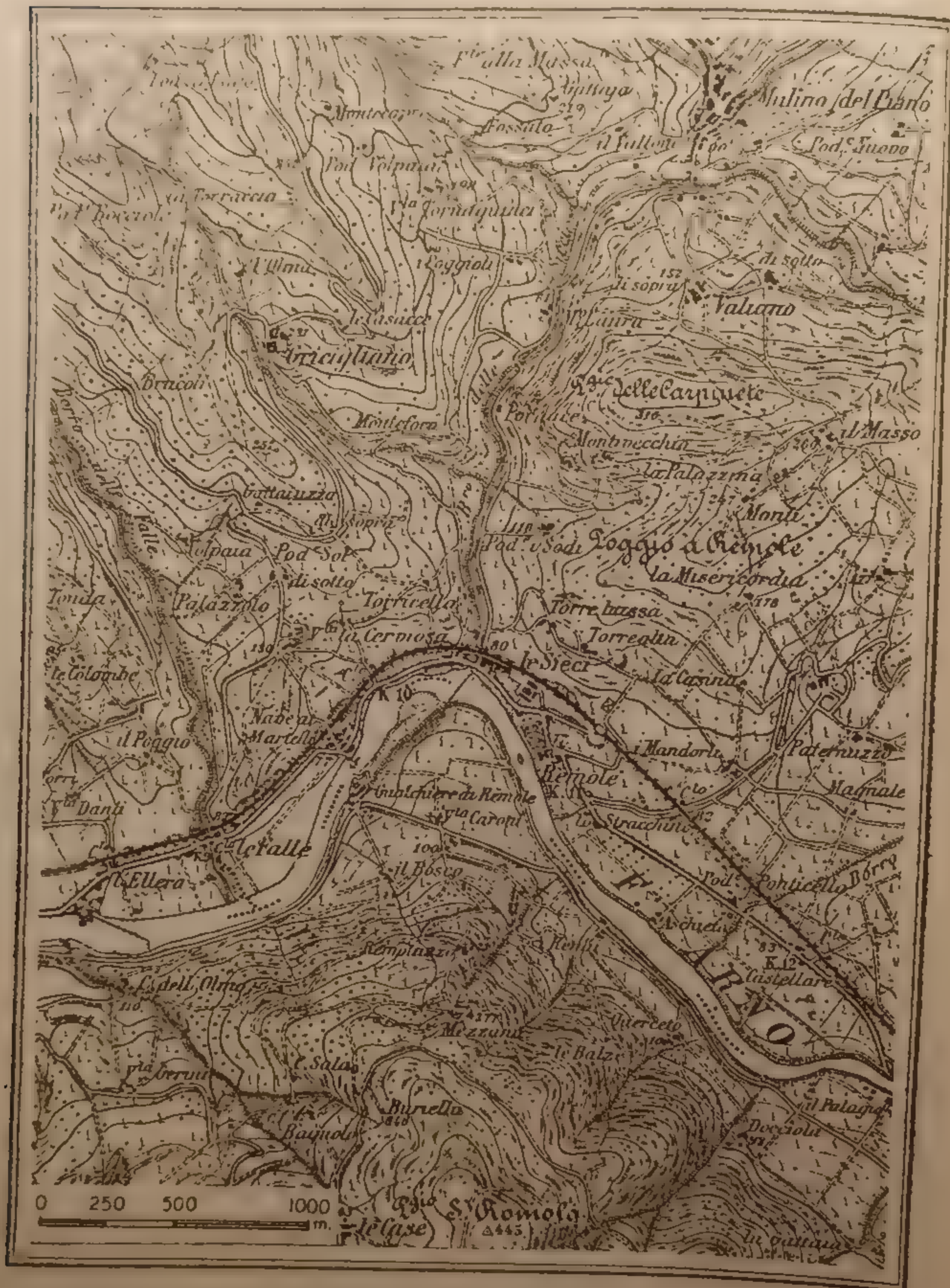



Fig. 12. — Esempio di carta topografica.

1:10.000 e 1:100.000 (fig. 12); 3° *carte corografiche*, a scale fra 1:100.000 e 1:1.000.000; 4° *carte geografiche*, con scale inferiori a 1:1.000.000. Si dicono *mappamondi* o *planisferi*, quelle carte che rappresentano tutta la superficie della Terra.

A seconda del contenuto e dello scopo a cui servono, le carte geografiche, generali o particolari, si distinguono in: *carte fisiche*, che si riferiscono essenzialmente alle condizioni naturali della regione; *idrografiche*, che danno la massima importanza agli elementi idrografici, come le carte *nautiche* ad uso della navigazione; *geologiche*, che rappresentano la natura e l'estensione dei vari terreni; *etniche*, che segnano l'area di diffusione dei vari popoli, religioni, lingue ecc.; *demografiche*, che danno la distribuzione delle masse umane (in queste si usano spesso metodi speciali per indicare l'intensità col quale si presenta il fenomeno), *politiche*, nelle quali si pone in valore sopratutto i fatti inerenti all'uomo e alle sue attività, agli Stati ecc.

§ 25. — ORIENTAMENTO. — *Orientarsi* significa riconoscere una qualsiasi delle direzione sull'*orizzonte*, data dai *punti cardinali* e dalla *rosa dei venti*.

L'orientamento, con una certa precisione, mediante il Sole, si può fare solo al mezzodì, dato da un orologio solare o meridiana del luogo, che segue il punto più alto del percorso solare diurno e quindi il *Sud* di una località. Ma se vogliamo servirci delle ore in cui il Sole si mostra ad E, SE, S, SO, O, bisogna tener presente i mesi e la latitudine, perchè le sue posizioni sull'orizzonte, variano con questi elementi. Nel nostro emisfero più facile è l'orientamento notturno con la Stella Polare (la prima della costellazione dell'Orsa Minore), giacchè essa, essendo quasi allo zenit del Polo Nord, segna sempre il *Nord* vero.

Ad orientarsi giova anche la *bussola*, il cui ago calamitato volge, con una delle sue estremità, verso il settentrione, da cui diverge però di un piccolo numero di gradi, che variano da luogo a luogo e da tempo a tempo, per cui l'indicazione della bussola va corretta della *declinazione* magnetica, data per ogni località ed anno, dalle *effemeridi nautiche*.

Oggigiorno nelle carte, di regola, si pone il settentrione in alto, il mezzogiorno in basso, l'oriente a destra e l'occidente a sinistra. Se v'è il reticolato geografico i meridiani segnano la direzione nord-sud; se l'orientazione è diversa si segna il nord con una freccia.

§ 26. — DETERMINAZIONE DEL PUNTO SULLA SUPERFICIE TERRESTRE. — Per costruire una carta è necessario anzitutto stabilire la posizione dei singoli punti sulla superficie terrestre, per poi riportarli sulla carta. Tale posizione può essere relativa, riferendosi ad altri luoghi già noti, secondo la direzione (*punti cardinali*) e la distanza (*misure lineari*); oppure assoluta riferita alle coordinate terrestri (*reticolato geografico*).

Sulla sferoide terrestre un punto è determinato dalle sue coordinate sferiche (*meridiani* e *paralleli*) e dalla sua altitudine sul livello del mare (*quota*).

I *meridiani* sono semicirconferenze di circoli massimi, passanti per i poli terrestri, che si misurano in 360° sull'Equatore, partendo da uno scelto come fondamentale; oppure in 180° ad oriente e ad occidente del fondamentale, fino all'*antimeridiano*.

I *paralleli* sono circoli minori, perpendicolari all'asse terrestre, e che

si misurano in o° sul meridiano a partire dal parallelo fondamentale che è l'*Equatore*, circolo massimo che divide la terra in due emisferi *boreale o settentrionale* e *australe o meridionale*.

Per la scelta del meridiano fondamentale, o meridiano 0°, nel sec. XVIII fu preferito quello dell'Is. del Ferro, l'isola più occidentale delle Canarie, il quale tagliava i due emisferi terrestri attraverso l'Oceano Atlantico; nel sec. XVIII fu accettato quello passante per l'osservatorio di Parigi (meridiano di Parigi), ma nel sec. XIX ha preso la prevalenza quello di Greenwich, l'osservatorio di Londra che come quello di Parigi, taglia i due emisferi attraverso il continente europeo e africano, ma il cui antimeridiano è quasi totalmente nell'Oceano Pacifico. Vi sono poi vari meridiani nazionali, su cui si appoggia il reticolato geografico delle singole carte. Recentemente (1924) è stato convenuto di accettare, come fondamentale, il meridiano di Greenwich.

Il meridiano di Parigi è a 2° 20' 15'' ad oriente di Greenwich, quello di Roma (M. Mario) si trova a 12° 27' 7'' ad E. di Greenwich, il meridiano dell'I. di Ferro si trova a 17° 39' 45'' ad ovest di quello di Greenwich.

Longitudine di un luogo (γ) è la misura dell'angolo diedro formato sull'asse terrestre dai piani passanti per il meridiano fondamentale e il meridiano del luogo. Questo angolo si misura in gradi, minuti primi e minuti secondi. La longitudine può essere *orientale* (longitudine E) od *occidentale* (long. O) rispetto al meridiano fondamentale. Praticamente è misurata dall'arco di parallelo, compreso fra il meridiano fondamentale e il meridiano del luogo (fig. 13).

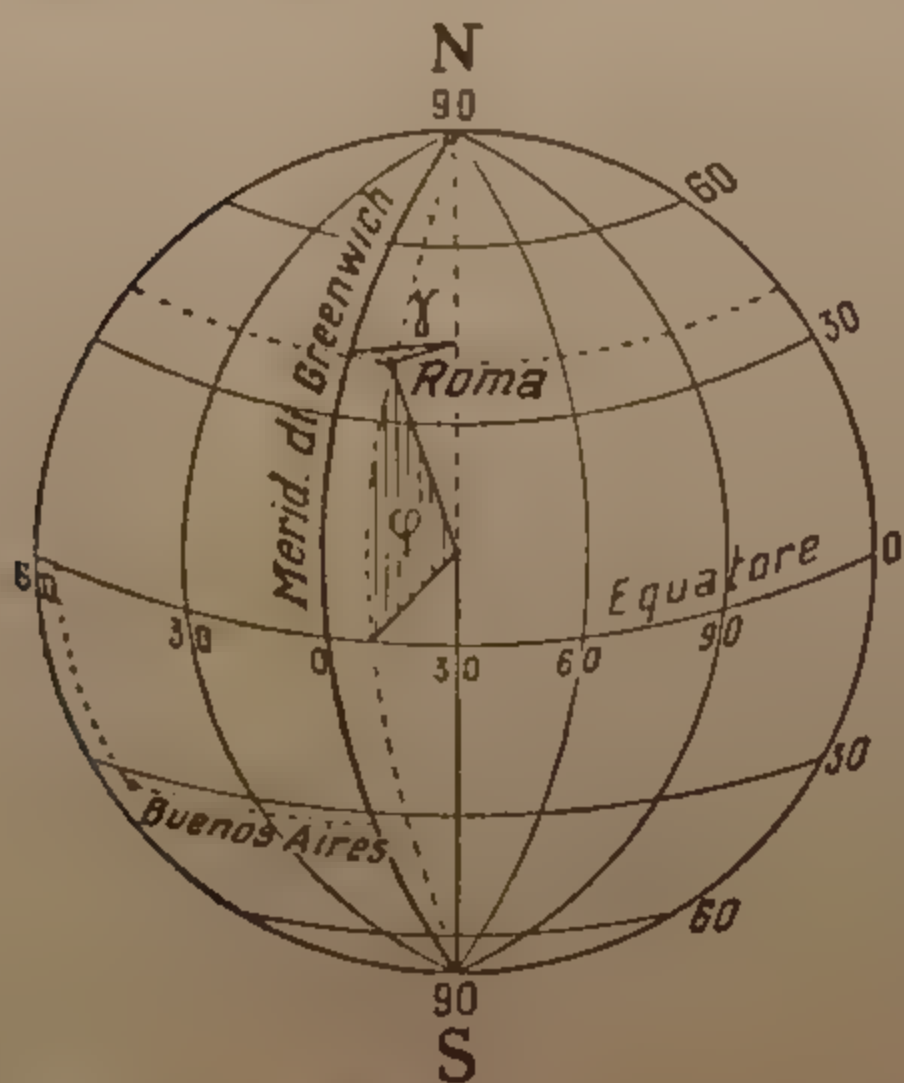



Fig. 13. — Latitudine e longitudine di un luogo sulla sfera terrestre.

La *longitudine* si determina praticamente colla differenza oraria tra il meridiano del luogo e il meridiano fondamentale. Ruotando la Terra con moto uniforme attorno al proprio asse (360° in 24 ore), v'è un rapporto costante fra il tempo e l'angolo di cui un meridiano ha ruotato in quel tempo; così 1 h. = 15° di long; 4 m. = 1° long.; 1 m. = 15' long; 4 sec. = 1' long; 1 sec. = 15'' long.; 1/15 sec. = 1'' long. Avendo con sè l'ora del meridiano fondamentale (cronometro) o di altro luogo di cui si conosca la longitudine esatta, è facile calcolare la longitudine della località; la quale se l'ora locale, rispetto a quella del meridiano fondamentale è posticipata sarà orientale, se anticipata sarà occidentale.

Latitudine di un luogo (φ) è la misura dell'angolo formato dalla verticale del luogo e la verticale all'Equatore (angolo fra due raggi ter-

resti). Essa può essere *boreale* (lat. N.), od *australe* (lat. S.) ed è espressa in gradi, minuti primi e minuti secondi. Praticamente è misurata dall'arco di meridiano passante per il luogo e compreso tra l'Equatore e il parallelo del luogo (fig. 13).

La *latitudine* si determina, nel nostro emisfero, colla misura in gradi (mediante il teodolite o il sestante) dell'altezza del Sole a mezzogiorno sull'orizzonte della località, oppure della Stella Polare o di altra stella fissa di cui si conosca la distanza angolare colla Polare; la latitudine essendo uguale all'altezza della Polare sul piano dell'orizzonte (fig. 14).

Infatti l'asse terrestre, che è diretto secondo la Stella Polare, e i raggi luminosi che provengono da essa alla superficie della Terra, data la grande distanza della Polare da noi, sono linee parallele (fig. 14, NC, PA) tagliate dalla verticale della località, prolungata fino al centro della Terra (C Z); gli angoli quindi fra la verticale e la direzione della Polare e fra la verticale e l'asse terrestre sono eguali ($\beta = \beta'$). Essendo poi il piano dell'orizzonte (A) a 90° colla verticale, e l'asse terrestre pure a 90° coll'Equatore, gli angoli complementari rispettivi (α e α') saranno eguali, e quindi l'altezza della Polare sul piano dell'orizzonte (A) indicherà la latitudine del luogo.

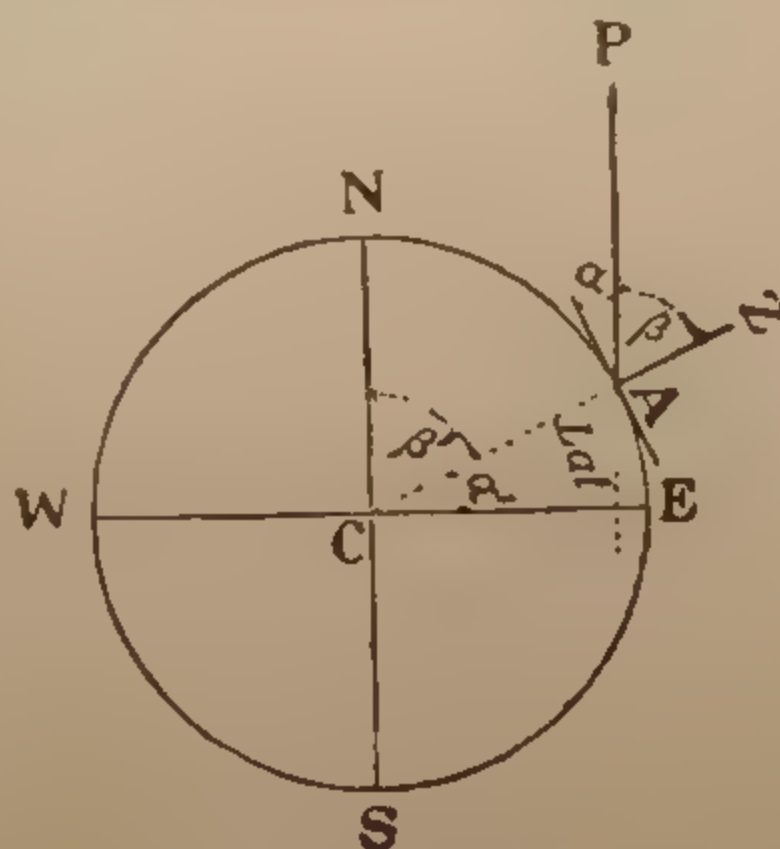



Fig. 14. — Corrispondenza fra latitudine e altezza della Stella Polare sull'orizzonte.

La misura dell'*altitudine* sul livello medio del mare si può ottenere mediante l'uso del barometro, variando la pressione atmosferica coll'innalzarsi, secondo una legge nota, oppure con la livellazione geometrica o quella trigonometrica.

§ 27. — PROIEZIONI GEOGRAFICHE. — Determinate le posizioni di molti punti sulla superficie terrestre, si possono riportare direttamente su un modello impiccolito della sfera terrestre, sul quale sia stata stesa la rete dei meridiani e paralleli (*globo*). Ma se si vuole costruire una carta geografica, bisogna trovare il modo di trasportare il reticolato sferoidico sul piano della *carta*, colla minima deformazione possibile, in relazione all'uso a cui la carta può essere utilizzata (*proiezione geografica*).

Gli scopi che si propone una proiezione geografica possono essere:

a) conservare gli angoli che una determinata direzione fa con i meridiani e i paralleli, nel qual caso ogni figura della carta sarà simile a quella disegnata sulla sfera (*carte isogoniche* o *conformi*);

b) conservare i rapporti fra le aree comprese fra due paralleli e due meridiani (*maglia del reticolato geografico*) nello stesso rapporto che ha sulla sfera; in questo caso le superfici disegnate saranno proporzionali a quelle disegnate sulla sfera (*carte equivalenti*).

c) mantenere le distanze misurate sulla carta, a partire dal centro della carta stessa, proporzionali a quelle misurate sulla sfera, a partire dal

[illegible] che non sono possibili proiezioni in cui le distanze siano rispettate in tutte le direzioni.

Ciascuna delle tre caratteristiche esclude le altre due, bisognerà quindi scegliere la proiezione che meglio conviene allo scopo a cui la carta deve servire. Mentre per le carte nautiche, dove devono essere conservate le forme delle coste, delle isole e gli angoli di rotta rispetto ai meridiani e paralleli, sono necessarie le proiezioni conformi, invece per lo studio della Geografia (distribuzione ed aree occupate dai fatti o fenomeni sulla superficie terrestre), sono preferibili le proiezioni equivalenti, per tracciare itinerari e misurarne la lunghezza, sono preferibili le carte equidistanti.

§ 28. — Classificazione delle proiezioni geografiche. — Queste possono anzitutto distinguersi in:

A) *proiezioni vere*, quelle che si ottengono sopra una superficie piana ausiliare, tangente o secante al Globo terrestre e dove le coordinate sferiche sono state trasportate, seguendo un principio geometrico ben definito, allo scopo di dare alla carta particolari proprietà;

B) *proiezioni convenzionali*, derivanti più o meno direttamente, dalle vere, ma non seguendo rigorose leggi geometriche, bensì procedimenti empirici atti ad ottenere determinati scopi, anche quello di avere contemporaneamente nella stessa figura, il disegno di ambedue gli emisferi.

- **Vere**
  - I° prospettiche
    - a) *ortografica* (nè equivalente nè conforme)
    - b) *stereografica* (conforme)
    - c) *gnomonica* (nè equivalente nè conforme)
    - d) *modificate* (es.: equivalente di Lambert)
  - II° di sviluppo
    - a) *cilindrica vera* (equidistante)
    - b) *conica vera* (equidistante)
    - c) *modificate*
      - 1) cilindriche
        - α) *Piana quadrata* (nè equiv. nè conf.)
        - β) *di Mercatore* (conf.)
        - γ) *Equivalente*
      - 2) coniche
        - α) *di Delisle* (nè conf. nè equiv.)
        - β) *di Lambert* (equiv.)
- **Convenzionali**
  - I° pseudocilindriche
    - a) *Samson* (equiv. con grandi defor.)
    - b) *Mollweide* (equiv. con minori defor.)
  - II° pseudoconiche
    - a) *conica di Bonne* (equivalente)
    - b) *policonica* (equiv. e quasi conforme)
    - c) *policentrica* (quasi equiv. e quasi conf.)

§ 29. — Proiezioni vere. — Le proiezioni vere si possono dividere in *proiezioni prospettiche* e *proiezioni di sviluppo*.

I° - *Proiezioni prospettiche* sono quelle nelle quali la rappresentazione di un emisfero o porzione di esso, è data dall'immagine che di esso si ha, da un determinato punto di vista, sopra un piano tangente o secante alla superficie sferoidica. Il piano della proiezione si fa tangente

il polo terrestre e si ricava allora la proiezione *azimutale polare*, da questa si può, col calcolo, passare alle *azimutali oblique* (tangenza in un punto delle latitudini intermedie) o alla *azimutale equatoriale* (tangenza in un punto dell'equatore).

Le *proiezioni prospettiche*, dal punto di vista del centro di proiezione, si distinguono in: a) *ortografiche*, b) *stereografiche*, c) *gnomoniche*, d) *modificate*.

a) *Proiezione prospettica ortografica*. Il punto di proiezione è all'infinito, quindi i raggi di proiezione sono paralleli fra loro.

Se è una *polare* (piano di proiezione tangente al polo terrestre o secante all'equatore) l'emisfero è rappresentato da un cerchio, i meridiani da raggi rettilinei, i paralleli da cerchi concentrici sempre più ravvicinati verso l'equatore (si usa per la rappresentazione delle zone polari). Se è una *equatoriale* (piano di proiezione normale al precedente, tangente all'equatore o secante secondo un meridiano) l'emisfero è rappresentato da un cerchio, il meridiano centrale è rettilineo, gli altri meridiani sono curvilinei e ravvicinati ai bordi, i paralleli sono rettilinei e ravvicinati verso i poli (fig. 15).

Fig. 15. — Proiezione ortografica equatoriale.

Le proiezioni ortografiche non sono, nè equivalenti, nè conformi.

b) *Proiezione prospettica stereografica*. Il punto di proiezione è sull'emisfero opposto a quello che si vuol rappresentare e sulla normale al piano di proiezione, il quale può essere tangente all'emisfero (*stereografica esterna*) o secante all'equatore (*stereografica interna*). In una *stereografica polare* i meridiani sono sempre raggi rettilinei, i paralleli cerchi concentrici, i quali però, contrariamente all'ortografica, vanno distanziandosi verso i poli (fig. 16). Nella *stereografica equatoriale* l'emisfero è un cerchio, l'Equatore e il meridiano centrale sono due rette normali fra loro; i meridiani e i paralleli sono archi di elissi a curvatura variabile secondo una determinata legge (fig. 17).

Le proiezioni stereografiche sono conformi, ma peccano molto per la equivalenza, giacchè le superfici delle maglie del reticolato geografico, verso gli orli della figura, sono quasi il quadruplo che presso il meridiano centrale.

c) *Proiezione prospettica gnomonica*. Il punto di proiezione è al centro della Terra, il piano di proiezione è tangente in un punto della superficie sferica. Non può rappresentare tutto l'emisfero, perchè il polo è all'infinito; i paralleli sono curve complesse, le cui distanze reciproche crescono con straordinaria rapidità verso l'esterno (fig. 18).

Non è nè conforme, nè equivalente; serve per carte astronomiche e ad usi nautici, per la navigazione *ortodromica*, cioè seguendo circoli massimi sulla sfera, perchè questi circoli sono rappresentati, sulla proiezione, da rette.

d) *Proiezioni prospettiche modificate*. Sono varie e si ottengono mediante un reticolato ausiliare, da sovrapporsi a quello geografico, secondo formule prestabilite per scopi speciali, e portano il nome dell'inventore.

Fra queste merita ricordare la *Prospettica equivalente di Lambert* o *globulare*, che si adopera spesso nella rappresentazione dei due emisferi (fig 19). L'Equatore e il meridiano centrale sono rettilinei, ma i paralleli e i meridiani sono curve di geometria superiore che si costruiscono con tabelle già preparate.

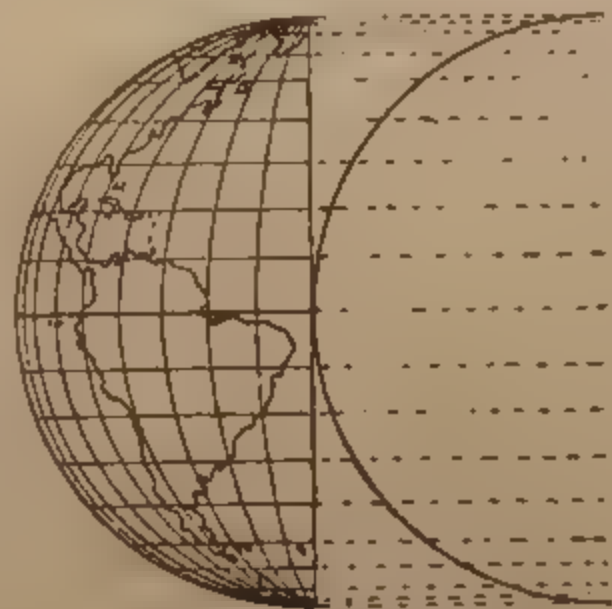
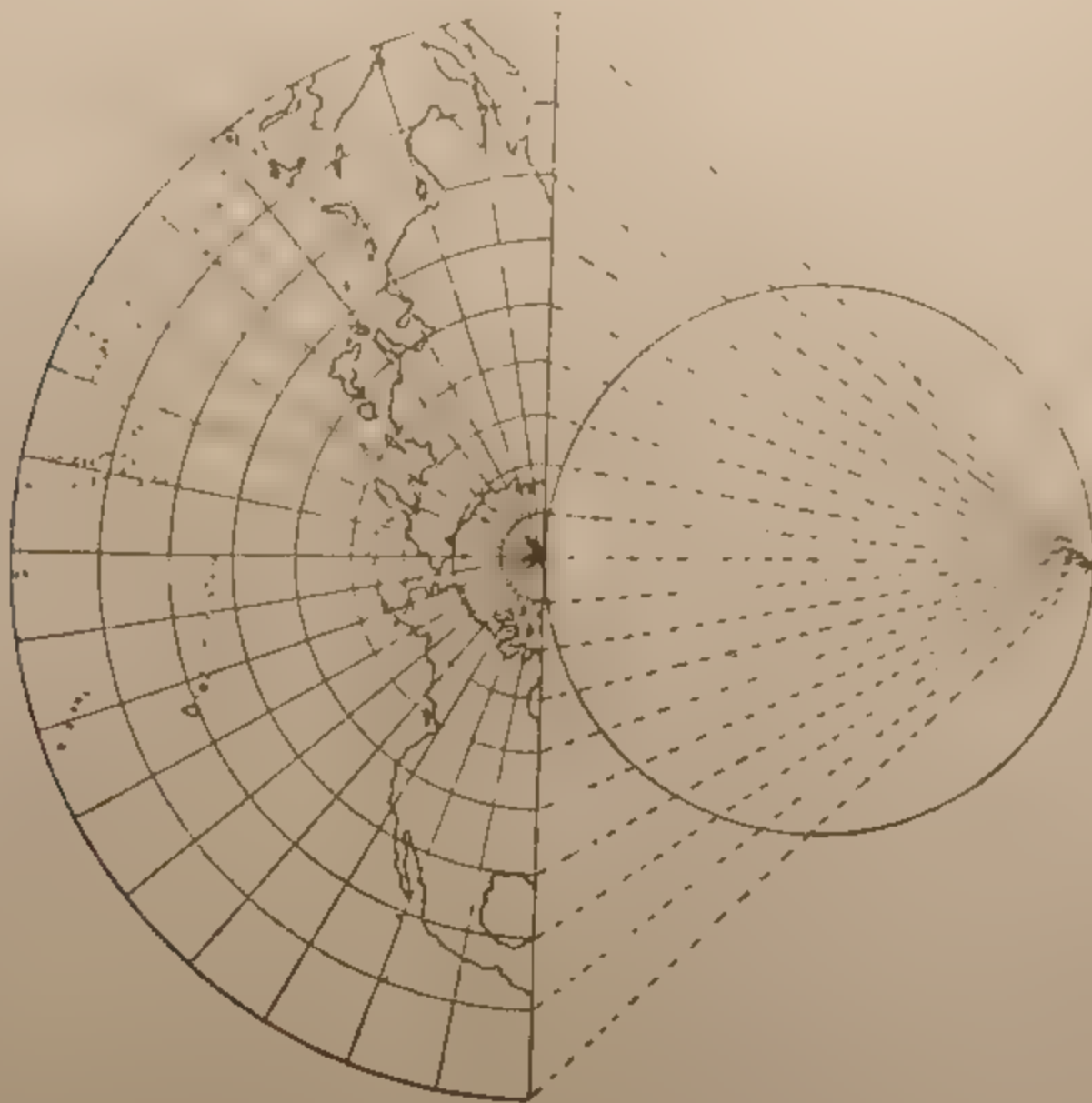



Fig 16. — Proiezione stereografica polare.

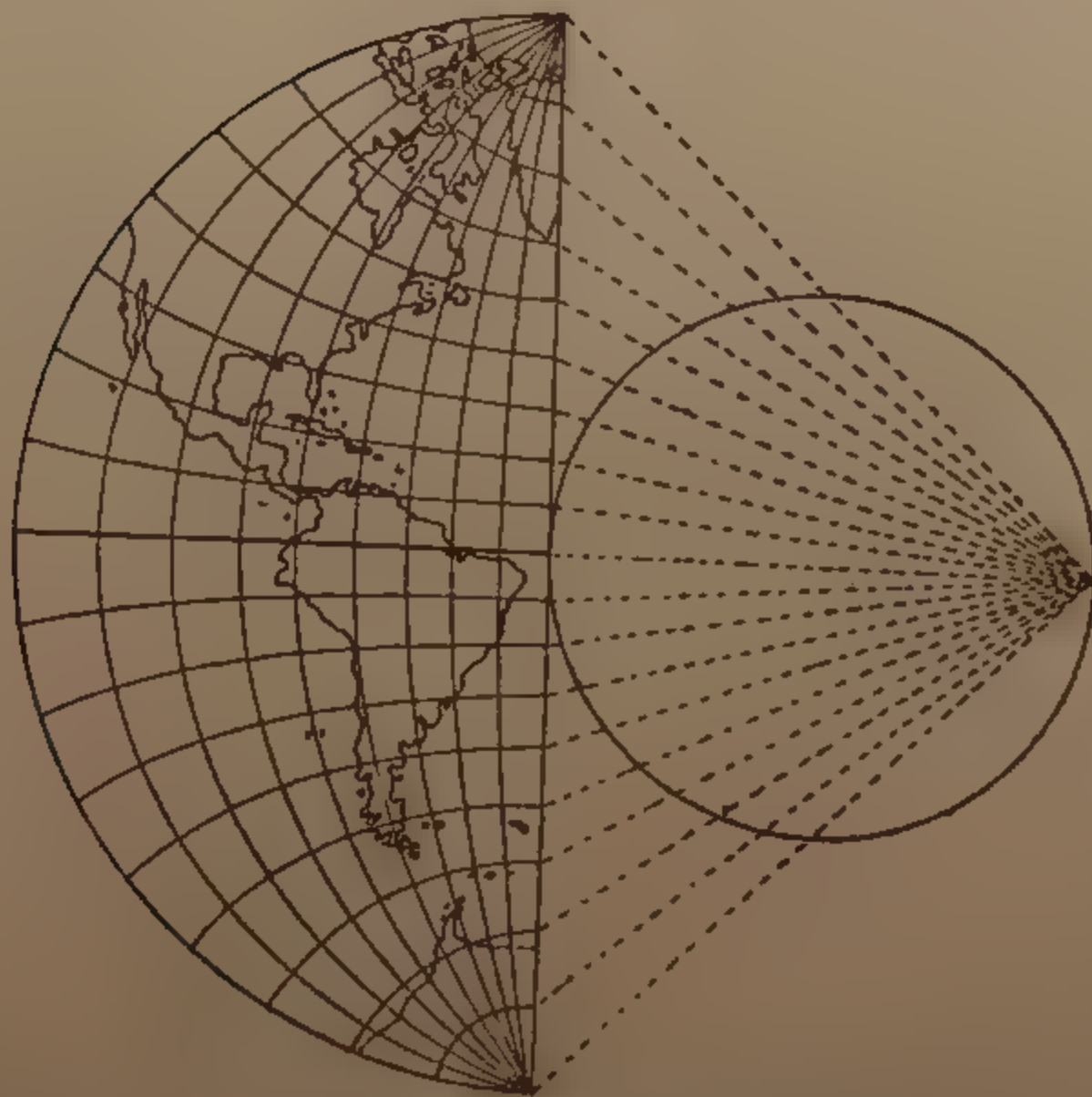



Fig. 17. — Proiezione stereografica equatoriale.

II° - *Proiezioni di sviluppo* si ottengono proiettando la superficie sferoidica sopra una superficie curva ausiliare, cioè un cilindro o un cono, che poi viene sviluppata in un piano senza nuove deformazioni.

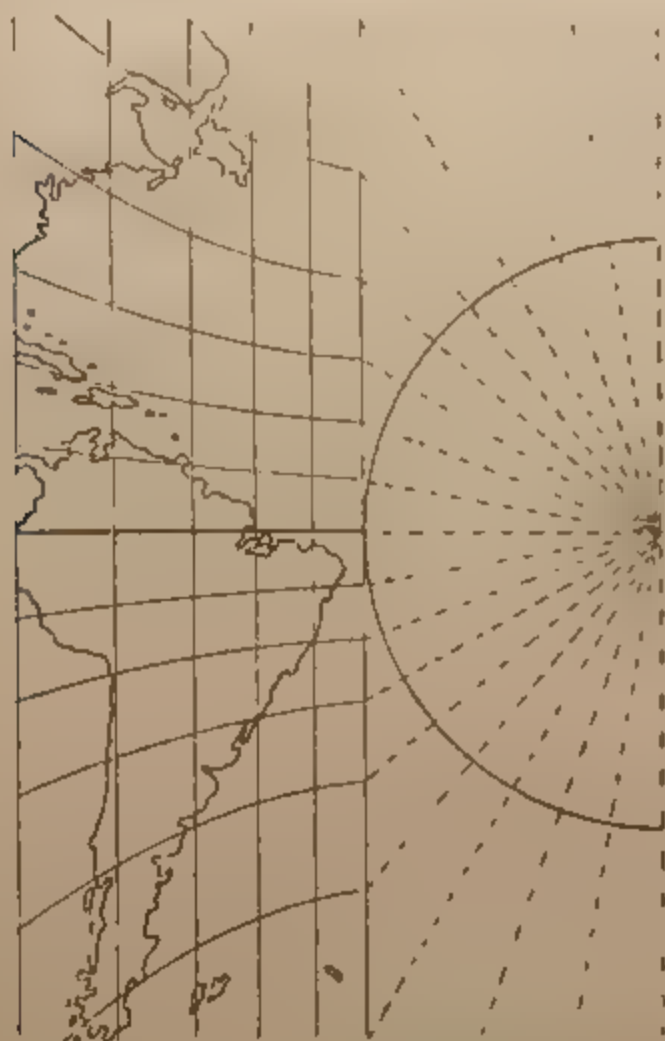



Fig. 18. — Proiezione gnomonica.

Fig. 19. — Proiezione prospettica equivalente o globulare.

Le *proiezioni di sviluppo*, dal punto di vista della superficie ausiliare, si distinguono in: a) *cilindriche*, b) *coniche*, c) *modificate*.

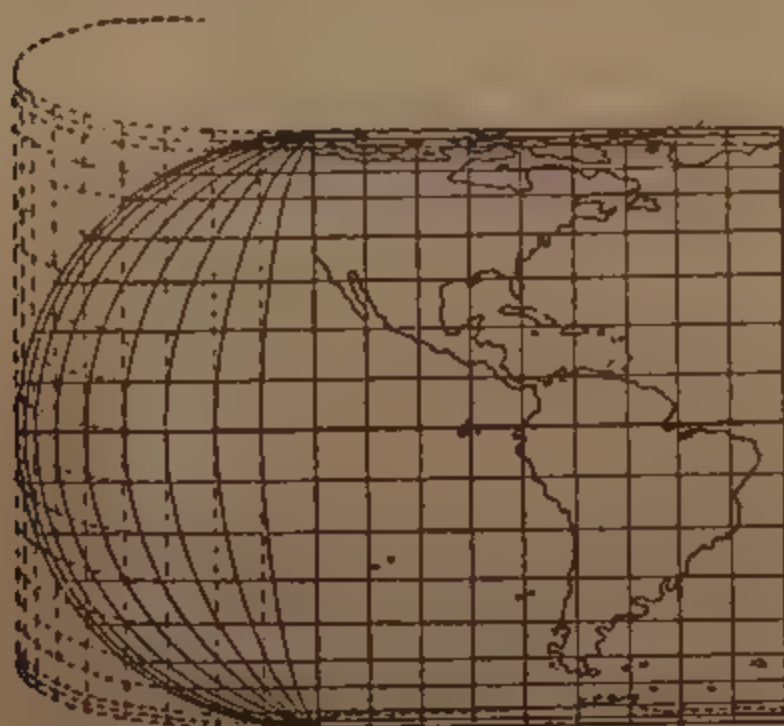



Fig. 20. — Proiezione cilindrica vera.

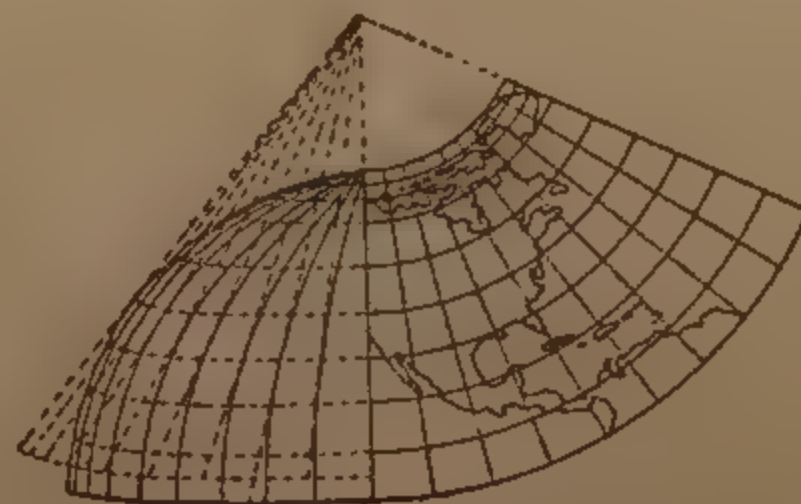



Fig. 21. — Proiezione conica vera.

a) *Proiezione cilindrica vera*. È lo sviluppo sul piano della superficie di un cilindro retto avviluppante il Globo, o tangente o secante, sulla quale sono trasportate le coordinate sferiche. Essa rappresenta, in un piano rettangolare, tutta la sfera. Paralleli e meridiani sono rettilinei e normali fra loro, con maglie rettangolari, ma i paralleli vanno ravvicinandosi verso i poli; il polo, che è all'infinito, è segnato da un segmento di una retta eguale all'Equatore. Tale proiezione è equidistante, partendo dal parallelo di tangenza (fig. 20).

b) *Proiezione conica vera.* È lo sviluppo sul piano della superficie laterale d'un cono retto, tangente o secante (avviluppante un emisfero).

I paralleli sono archi di cerchio concentrici, il cui centro comune trovasi sul prolungamento del meridiano centrale rettilineo, e dei quali solo quello tangente

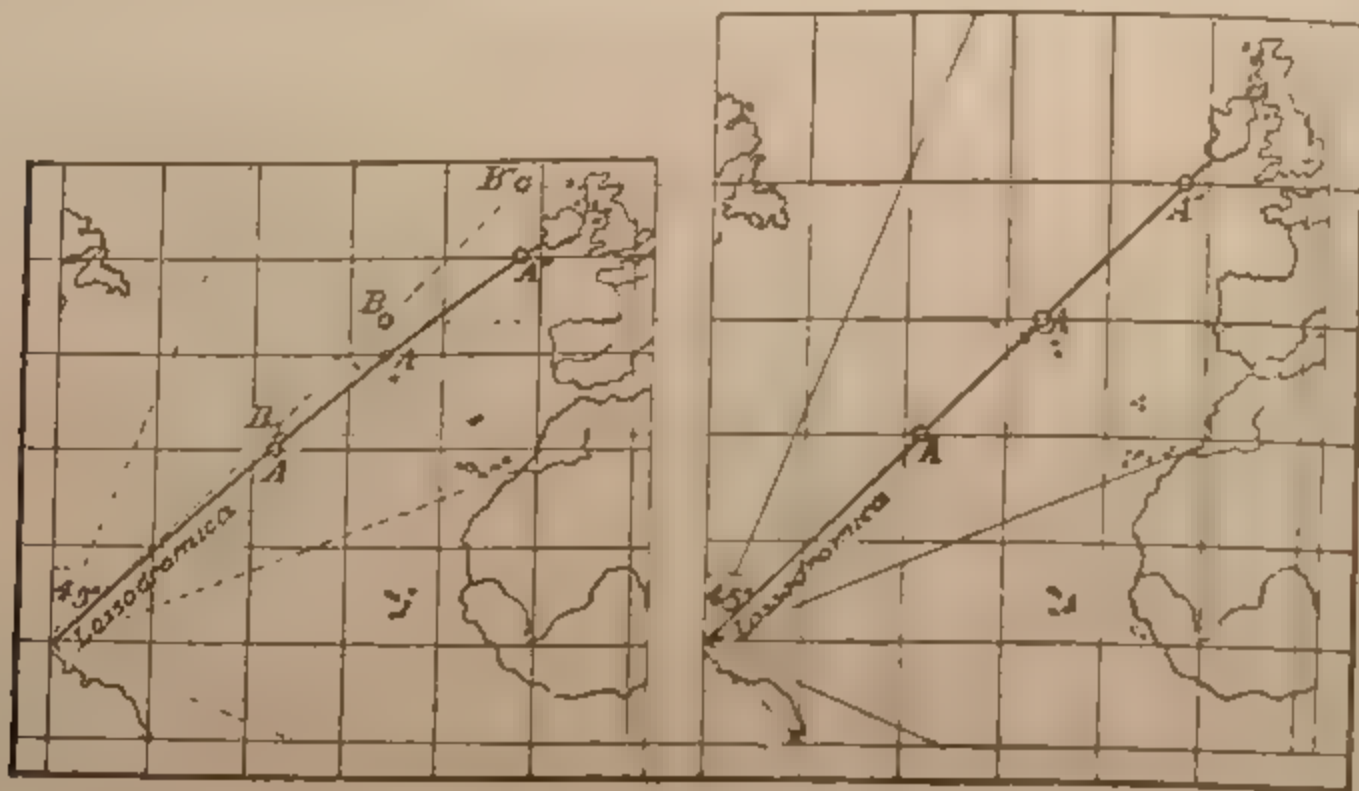



Fig. 22. — Proiezione cilindrica piana quadrata e conforme o di Mercatore.

alla sfera ha la vera lunghezza, i meridiani sono rette convergenti, ad angolo costante fra loro; il polo è trasformato in un arco di circonferenza, le maglie del reticolato sono trapezi. È equidistante sul parallelo di tangenza (fig. 21).

c) *Proiezioni di sviluppo modificate.* Possono essere così cilindriche che coniche, ed anche queste ottenute secondo formule, prestabilite a particolari usi.

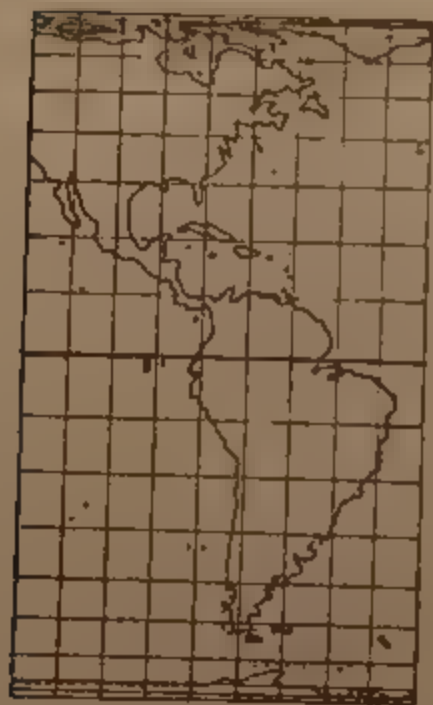



Fig. 23. — Proiezione cilindrica equivalente.

Fig. 24. — Proiezione conica di Delisle.

Fra le cilindriche modificate sono da ricordare:

a) La *piana quadrata*, col cilindro tangente all'equatore e con maglie rese dovunque quadrate. Serve solo per carte su cui vengono rappresentati tratti delle zone equatoriali, e per esercizi di disegno cartografico; ma non è nè equivalente nè conforme.

b) La *cilindrica conforme o di Mercatore.* Il cilindro è tangente all'Equatore; i meridiani e i paralleli sono perpendicolari fra loro. La distanza fra meridiani si mantiene dovunque eguale al grado equatoriale, la distanza tra paralleli cresce dall'Equatore ai poli; le maglie delle coordinate geografiche (che sul Globo diminuiscono in rapporto diretto colla secante della latitudine) qui invece aumentano in rapporto diretto, allargandosi enormemente verso i poli, che si proiettano all'infinito (sulla sfera, a 60° lat., la maglia di un grado di meridiano ha una superficie metà di quella all'equatore; nella proiezione di Mercatore l'area è doppia) (fig. 22).

Questa proiezione è rigorosamente conforme ed ha grande importanza nautica per la *lossodromica* (il segmento di linea obliqua più breve, che congiunge due punti della sfera), la quale taglia meridiani e paralleli sotto lo stesso angolo, ma che sul piano si svilupperebbe invece in una curva a spirale intorno al Globo, senza raggiungere il polo. Nella proiezione di Mercatore la lossodromica si disegna come una retta fra due punti, ma questa proiezione ha gravissimi inconvenienti per lo studio della Geografia, per l'esagerazione delle aree alle alte latitudini

Fig. 25. — Proiezione conica di Lambert.

c) *Cilindrica equivalente.* Si ottiene col procedimento inverso; si mantengono paralleli ed equidistanti fra loro i meridiani, ma si accorciano sempre più le distanze dei paralleli fra loro, in direzione dei poli; in modo che le aree delle zone sferiche rimangano proporzionatamente identiche a quelle della sfera. È bensì equivalente, ma poco pratica, perchè le aree, alle alte latitudini, divengono troppo depresse (fig. 23).

Le *coniche modificate* sono moltissime, perchè servono assai bene al disegno di carte parziali delle latitudini intermedie, e portano di solito, il nome dell'inventore:

a) *Conica di Delisle* (1768). Ha il cono retto secante lungo due paralleli medi della zona sferoidica. I meridiani sono rette convergenti, i paralleli sono curve concentriche, cosicchè si mantiene l'ortogonalità fra meridiani e paralleli come sulla sfera (fig. 24).

Non è rigorosamente nè conforme, nè equivalente. Serve per regioni poco estese, per le limitate deformazioni agli estremi della figura.

b) *Conica equivalente di Lambert.* Il cono è secante lungo due paralleli medi della zona sferica. I meridiani curvi tagliano paralleli curvi, in modo tale,

che l'area della maglia del reticolato geografico si mantenga equivalente. I paralleli tendono ad avvicinarsi tra loro, man mano che scendono a basse latitudini. Si usa molto per carte di regioni a latitudine media, allungate nel senso est-ovest come, ad esempio, l'Europa (fig. 25).

§ 30. — Proiezioni convenzionali. — Le proiezioni convenzionali sono derivate dalle cilindriche (*pseudocilindriche*) o dalle coniche (*pseudoconiche*) a determinati scopi. Sono usate nello studio della Geografia, per le particolari loro proprietà e prendono il nome dai loro inventori.

I° - Sono proiezioni *pseudocilindriche*, fra le molte:

a) La *proiezione di Samson* o *di Flamsteed*, che disegna tutta intera la superficie terrestre in un piano. V'è tracciato il semimeridiano centrale rettilineo,

Fig. 26. — Proiezione pseudocilindrica di Samson.

mentre l'equatore, rettilineo, è di tutta l'intera lunghezza proporzionale; i paralleli sono rette equidistanti e proporzionali alla loro completa lunghezza, suddivisi in

Fig. 27. — Proiezione pseudocilindrica di Mollweide.

parti proporzionali alle distanze reali, da dove passano i meridiani che risultano delle curve sinusoidi (fig. 26).

È equivalente, ma fortemente alterati riescono gli angoli alla periferia.

b) *Proiezione di Mollweide o Babinet.* Sulla base di quella precedente questa fu costruita per ottenere una minore deformazione angolare. Si sono fatti i meridiani elittici, con curvature che vanno aumentando dal meridiano centrale rettilineo, alla periferia; i paralleli rimangono invece rette equidistanti.

È equivalente nella striscia compresa fra due paralleli, rispetto alla zona sferica corrispondente, ed ha deformazioni meno pronunciate agli estremi.

È oggi molto usata per la distribuzione di fatti e fenomeni geografici distribuiti su tutta la superficie della Terra (fig. 27).

II° - Sono proiezioni *pseudoconiche*, fra le altre:

a) la *conica equivalente di Bonne.* Essa è tangente lungo il parallelo centrale d'un emisfero. I paralleli sono archi di cerchio concentrici, sviluppati ciascuno nella loro vera lunghezza proporzionale, e divisi secondo lunghezze proporzionalmente vere, facendo passare per i punti di divisione, i meridiani, che sono sinusoidi. Le aree delle maglie del reticolato geografico sono quindi proporzionali a quelle sferiche, ma le deformazioni angolari vanno crescendo verso gli estremi della carta. Essa è equivalente, e serve per rappresentare continenti e regioni delle latitudini intermedie; per es. Europa, Asia ecc. (fig. 28).

Fig. 28. — Proiez. pseudoconica di Bonne.

b) la *policonica.* È data da tronchi di cono retto, ognuno dei quali è tangente alla sfera, sul parallelo medio della corrispondente zona sferoidica. I paralleli sono equidistanti, ma nello sviluppo su di un piano risultano archi di cerchio a raggio diverso e quindi distaccati fra loro all'estremità, mentre vengono a contatto lungo il meridiano centrale rettilineo.

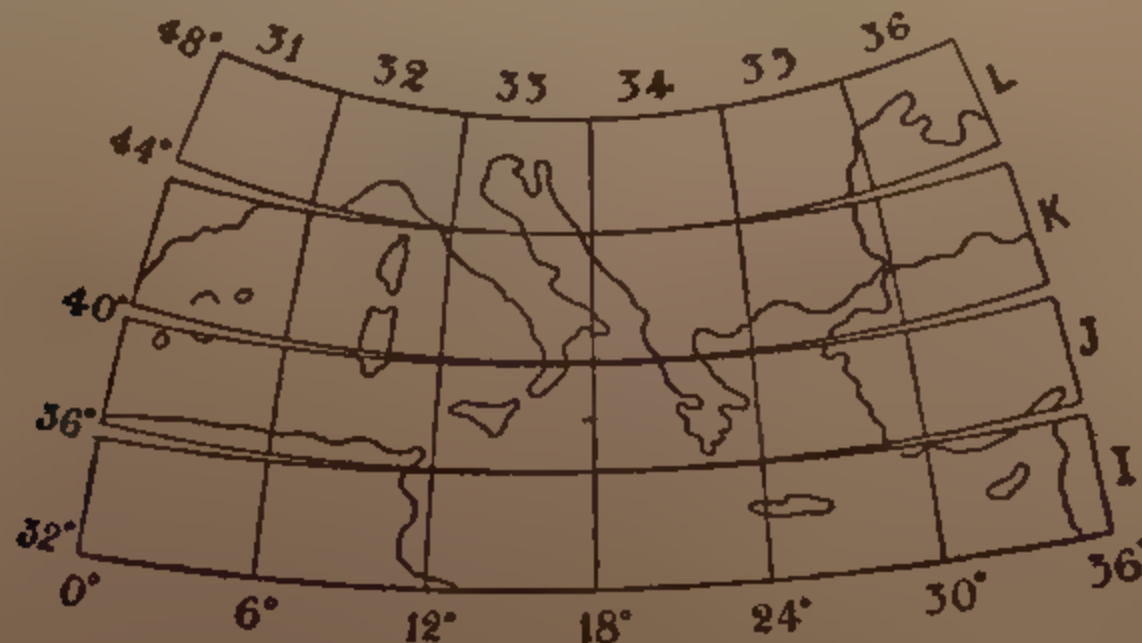



Fig. 29. — Proiezione policonica.

Ogni fascia, fra due paralleli, è indipendente dalla sottoposta e i trapezi del reticolato, in cui essa è divisa, sono adiacenti solo lungo la fascia e non con quelli sovrapposti e sottoposti.

È una proiezione equivalente con pochi errori angolari, ma con danno della continuità della figura. È stata adottata per la grande *Carta del Mondo al milionesimo* (fig. 29).

c) la *poliedrica* o *policentrica*. È una conica, in cui ogni maglia del reticolato sferoidico è indipendente dalle altre contermini ed è tangente allo sferoide nel centro di ogni singola maglia. Gli errori, essendo distribuiti all'estremità di ogni maglia, sono piccolissimi e pur non essendo una carta rigorosamente nè equivalente, nè conforme, agli usi pratici presenta ambedue queste qualità. Così, per maglie del reticolato assai ristrette, è quella che meglio si presta alla rappresentazione reale delle forme del suolo, e alle misure lineari e di area, le quali rispondono assai esattamente alla realtà.

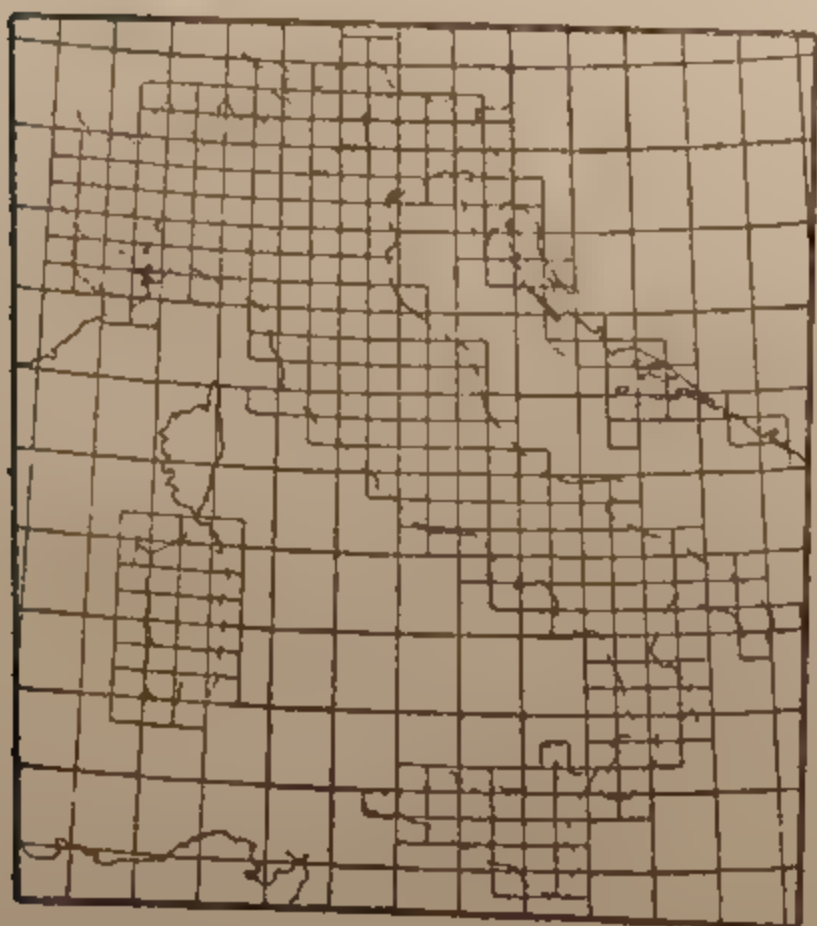



Fig. 30. — Proiezione conica poliedrica.

È usata per le carte a grande scala, come le *carte topografiche* al 1:100.000 d'Italia, Francia, Germania ecc., i cui fogli però non possono rigorosamente combaciare l'uno all'altro (fig. 30).

CAP. VI.

LA CARTA TOPOGRAFICA

§ 31. — DEFINIZIONE. — Le *carte topografiche* sono carte che rappresentano una piccola estensione di territorio a grandi proporzioni (scala da 1:10.000 a 1.000.000), con l'inclusione del maggior numero di elementi possibili, determinati nella loro situazione con metodo geometrico, nella loro forma con simboli convenzionali.

Ogni carta topografica, anche a grande scala, è sempre una figurazione schematica, più o meno fedele, della superficie terrestre, le cui forme devono essere quindi interpretate (*lettura della carta topografica*).

§ 32. — COSTRUZIONE DELLA CARTA TOPOGRAFICA. — Il rilievo di precisione delle moderne carte topografiche, consta di due procedimenti successivi. Anzitutto si compiono operazioni geodetiche, volte a determinare, colla massima precisione possibile, la posizione geografica e l'altitudine di un certo numero di punti della superficie terrestre, col metodo geodetico della *triangolazione;* seguono le *levate topografiche*, dirette a rilevare i dettagli compresi entro le maglie della triangolazione.

Il metodo della triangolazione (noto fino dal sec. XVI, ma applicato in larga misura solo dopo il sec. XVIII), si fonda sul principio, valevole oltre che per i triangoli piani anche per quelli sferici, che quando

di un triangolo si conosce il valore di un lato e di due angoli adiacenti risultano calcolabili anche gli altri elementi del triangolo.

Si misura anzitutto una *base geodetica* di alcune centinaia di metri, direttamente sul terreno, con procedimenti di grande precisione, che ne determinano la lunghezza e la posizione geografica degli estremi; quindi si misurano, con teodoliti ripetitori, alle due estremità della base, gli angoli che questa fa con le visuali dirette ad un terzo punto anche lontano, purché visibile. Uno qualunque di questi nuovi lati, ottenuti col calcolo, serve di successiva base per determinare, con altri triangoli, la posizione di nuovi punti, e così di seguito, con una catena di triangoli (*triangolazione di primo ordine*), i cui lati possono superare anche i cento km. di lunghezza. Entro questi triangoli maggiori si iscrive una serie di triangoli minori (*triangolazione di secondo ordine*); e più la rete di triangoli, che copre una regione, sarà folta, tanto più esatta sarà la carta topografica (fig. 31).

Fig. 31. — Triangolazione risultante dallo sviluppo della base di Piombino.

La *levata topografica* si basa sulle misure indirette delle distanze e delle direzioni, mediante la *stadia* e l'*eclimetro*, oppure con *rilievi fotogrammetrici*.

La *stadia* è un'asta a suddivisioni determinate, che viene portata su vari punti del terreno, e la cui immagine, all'occhio dell'osservatore, decresce di grandezza quanto più è distante, secondo una legge fissa di prospettiva. L'*eclimetro* è un cannocchiale di mira con cerchi graduati, che danno gli angoli orizzontali (*azimut*) e verticali (*altezze*). È possibile così, appoggiandosi alla triangolazione geodetica, stabilire le altitudini (*quote*), le direzioni e le distanze relative di più punti visibili, le cui posizioni sul terreno si stabiliscono col metodo della intersezione delle visuali rispetto al luogo dove si trova l'operatore, che poi completerà ad occhio il disegno dei dettagli del terreno, ridotti di scala.

Oggigiorno si rileva anche foto-topograficamente il terreno, con due o più fotografie dello stesso paesaggio esattamente orientate sul suolo, o mediante aerei, prese da punti differenti, dei quali però siano esattamente note le posizioni geografiche. L'*aereo-fotogrammetria* permette oggi il rapido rilievo topografico di zone sconosciute o non praticabili, come le regioni di alta montagna o quelle coloniali.

§ 33. — Rappresentazione del terreno. — Importante, dal punto di vista geografico, è la rappresentazione del rilievo terrestre nelle carte topografiche, la infinita varietà di forma del quale deriva dal combinarsi di due elementi: l'altitudine e la pendenza.

L'altitudine si misura: o col barometro, basandosi sul principio che la pressione atmosferica diminuisce coll'altezza, secondo una determinata legge, metodo soggetto a parecchi errori; o con la livellazione di precisio-

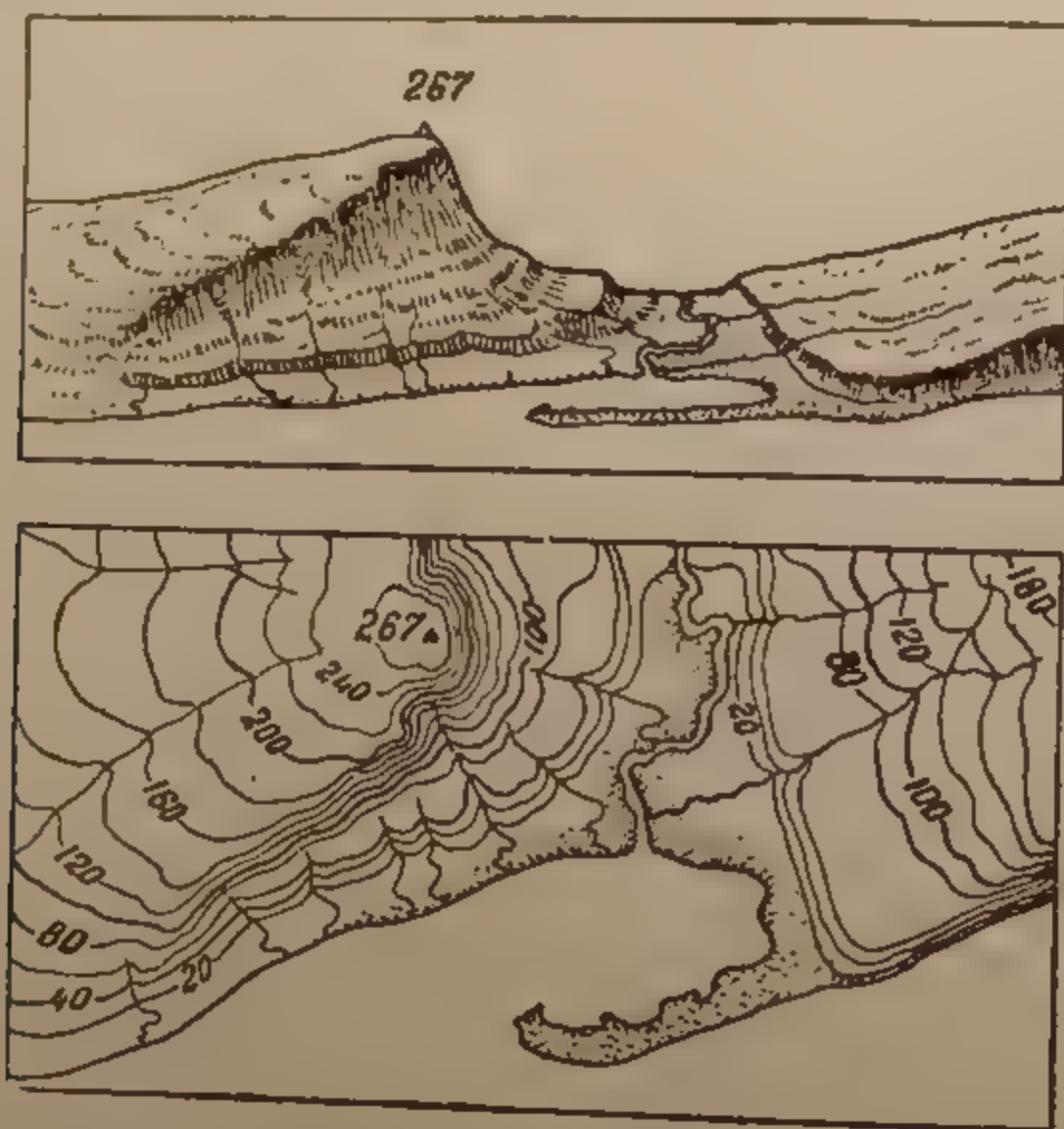



Fig. 32. — Rappresentazione del rilievo a curve di livello.

ne, con mire a livella, ma che richiede lunghe e dispendiose operazioni; infine col metodo geodetico della triangolazione o topografico della levata ordinaria o fotogrammetrica, che permette la rapida determinazione di *quote* numerose, anche di punti inaccessibili, con assai relativa esattezza. Le quote si esprimono, di solito, in metri sul livello medio del mare, quale è dato dagli elementi del mareografo scelto per base. Quanto più numerose sono le quote, tanto più particolareggiata risulta la rappresentazione del terreno.

La pendenza si può rappresentare con criteri simili a quelli usati per il disegno di un oggetto qualsiasi sottoposto ad una illuminazione; la quale, per convenzione, nelle carte topografiche può provenire dall'alto (*luce zenitale*) o da 45° a nord-ovest (*luce obliqua*), come nelle carte italiane, e ciò mediante ombre, a sfumo o tratteggio, che saranno tanto più cupe o tanto più fitte, quanto più è ripida la pendenza.

Oggigiorno la rappresentazione del terreno, nelle carte topografiche, si fa col sistema delle *curve di livello*, dette anche *curve altimetriche* o

isoipse, che mettono in evidenza contemporaneamente l'altitudine, la pendenza e le forme del terreno (fig. 32).

La *isoipsa* è la linea che unisce, nel disegno topografico, tutti i punti del terreno che hanno uguale altezza sul livello del mare (si chiama *isobata* se unisce i punti di uguale profondità sotto il livello del mare, profondità che si determina per mezzo di scandagli a corda, o acustici, utilizzando la conosciuta velocità delle onde sonore nel mezzo liquido).

S'immagina che il rilievo da rappresentare sia attraversato da tanti piani orizzontali, paralleli alla superficie del mare ed equidistanti fra loro con una equidistanza prestabilita (di 20 in 20 m., o di 50 in 50, o di 100 in 100 ecc.).

L'incontro della superficie di questi piani immaginari colla superficie del terreno è data da linee sinuose quotate, che seguono la morfologia del suolo e che proiettate perpendicolarmente sul piano della carta topografica, si mostrano tanto più ravvicinate, quanto più il pendio è ripido, tanto più distanziate, quanto più il pendio è dolce.

Essendo linee quotate, avendo cioè ognuna di esse la stessa altitudine sul livello del mare, isoipse di varia altitudine non s'incontrano mai fra loro sul disegno topografico (altrimenti nel punto d'incrocio si avrebbero contemporaneamente due quote diverse, rappresentate dalle due isoipse), ma se il pendio del suolo è così ripido da renderne impossibile il disegno, le curve di livello vengono sostituite dal tratteggio.

Quando si abbia a base una carta a curve di livello, è facile tracciare il *profilo geografico* della regione, cioè il contorno verticale del suolo, secondo una data sezione; riportando in scala determinata, in un sistema cartesiano, sulla ascissa le distanze fra le singole isoipse attraversate dal profilo, sulla ordinata l'altezza relativa fra loro. I profili si dicono *spaccati geologici*, quando rappresentano la varia disposizione delle masse rocciose nel sottosuolo.

§ 34. — Lettura della carta topografica. — I simboli che rappresentano i vari elementi morfologici (spiagge, rocce, fiumi, terreni, ghiacciai ecc.), biologici (boschi, prati, cedui, incolti ecc.) e antropici (strade, ponti, dimore, abitati, chiese, colture ecc.) sono molto numerosi e diversi per i vari tipi di carte, e la loro conoscenza è indispensabile per la lettura della carta. Di solito i principali simboli, insieme con la scala della carta, con la equidistanza delle curve di livello e con la data del rilievo, sono segnati ai piedi della carta stessa (fig. 33, 34, 35, 36).

Nel disegno topografico le isoipse rientranti indicano incavi del terreno (valli, solchi, fosse ecc.), quelle sporgenti le prominenze del suolo (rilievi, sproni, terrazzi ecc.); le cime e le creste montuose sono date da curve chiuse, le cui quote vanno crescendo dalle più esterne alle più interne; le conche da curve chiuse la cui altimetria va diminuendo verso l'interno (la quota di fondo della conca è di solito preceduta dal segno —). I terreni pianeggianti mancano di curve di livello, perchè essendo paralleli ai piani di livello, non sono da essi tagliati.

L'esercizio di lettura della carta topografica, per essere efficace, deve farsi in campagna, confrontando le forme del suolo e la distribuzione dei fatti geografici con quelli disegnati sulla carta, per imparare ad orientarsi sul terreno, soprat-

tutto per quanto riguarda la disposizione della carta rispetto ai punti cardinali e il calcolo della altitudine colle isoipse.

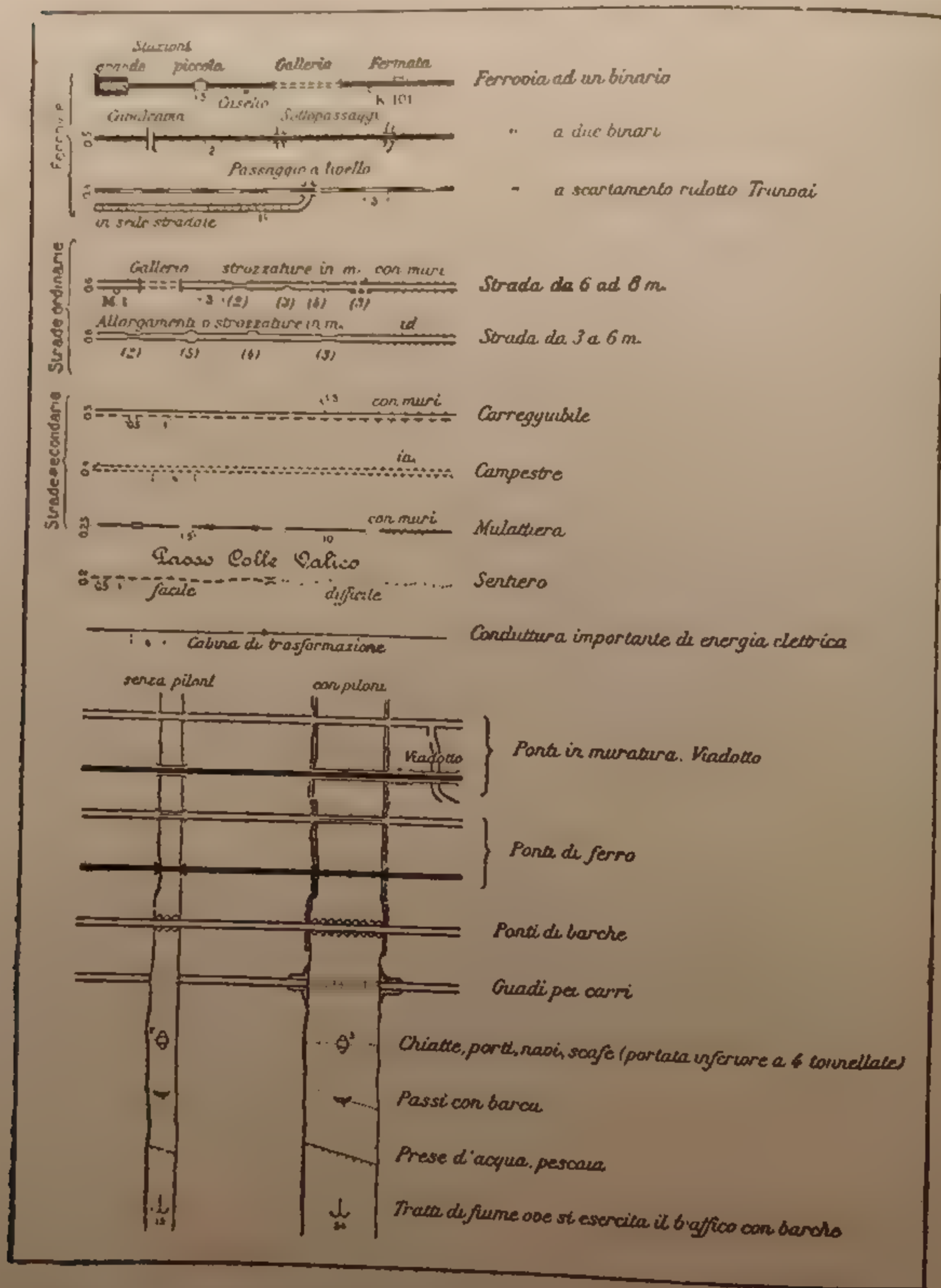



Fig. 33. — Segni topografici delle carte dell'Istituto Geografico Militare.

Per orientarsi direttamente sul terreno, quando non si conosca in altri modi il nord, verso cui è rivolto il lato superiore della carta (sole a mezzogiorno, Stella Polare, bussola ecc.), è necessario individuare sulla carta la località dove ci tro-

viamo e un'altra visibile dall'osservatore, ambedue segnate sulla carta. I due punti, così determinati, s'immaginano uniti da una retta, che si dispone parallela alla direzione che unisce sul terreno queste due località; la carta rimane così orientata col lato superiore rivolto a nord.

La determinazione dell'altitudine di un luogo, che non abbia la propria quota segnata sulla carta, si ottiene facilmente dalle curve di livello, quando se

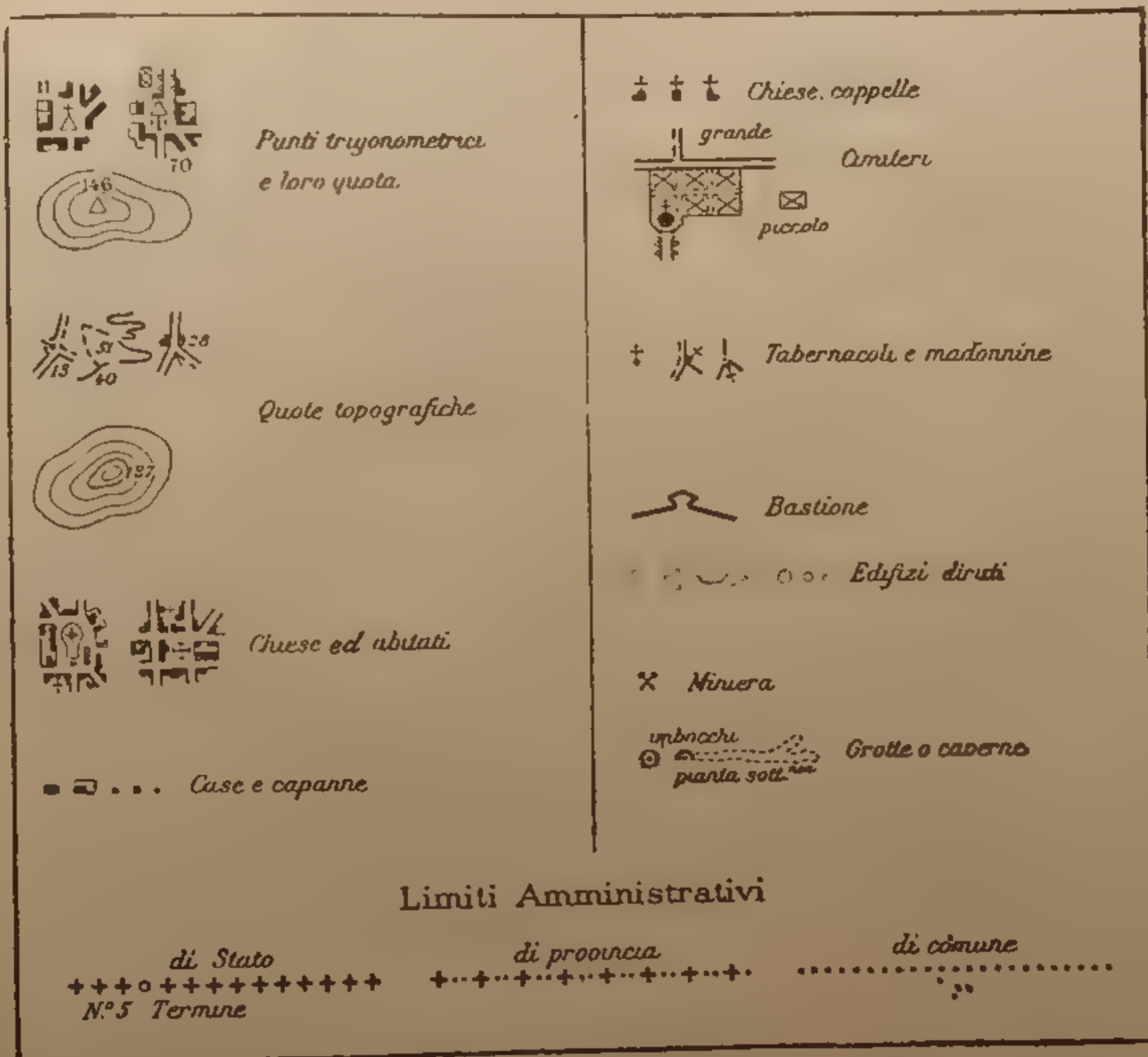



Fig. 34. — Segni topografici delle carte dell'Istituto Geografico Militare.

ne conosca l'equidistanza (che è di solito segnata al margine della carta). Partendo da una curva che passi in vicinanza di un punto quotato, e della quale quindi si ricava il valore in metri sul livello del mare, si aggiunge (se si tratta di salire), o si toglie (se si tratta di scendere), tante volte il valore della equidistanza in metri, quante sono le curve che intercedono fra il punto osservato e l'isoipsa presa come quota di partenza.

Il rilievo e la costruzione di carte topografiche sono oggi, in quasi tutti gli Stati civili, funzione governativa, per l'importanza che esse hanno assunto agli scopi militari, tecnici, agricoli ed economici.

La « *Carta topografica d'Italia* » è costruita e pubblicata dall'Istituto Geografico Militare di Firenze, che la rilevò su tutta la nostra penisola, fra il 1862 e il 1900; carta che è tenuta al corrente con aggiornamenti periodici.

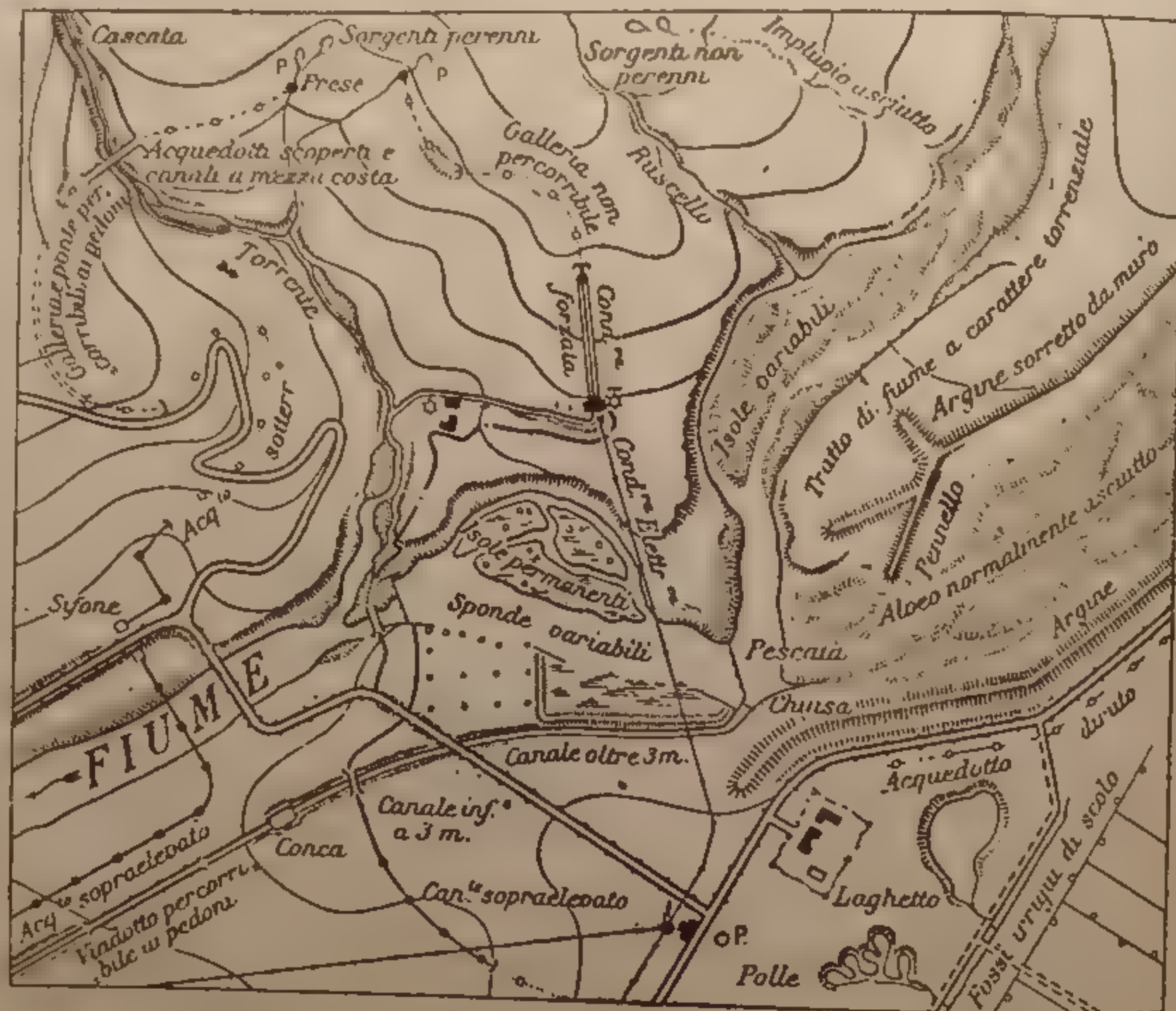



Fig. 35. — Principali disegni convenzionali delle carte dell'Istituto Geografico Militare.

Essa consta di 320 Fogli alla scala di 1:100.000, in proiezione conica-policentrica, individuati con numeri arabi secondo la direzione dei paralleli. Ogni foglio si estende per lo specchio di 30' nel senso della longitudine e 20' nel senso della latitudine.

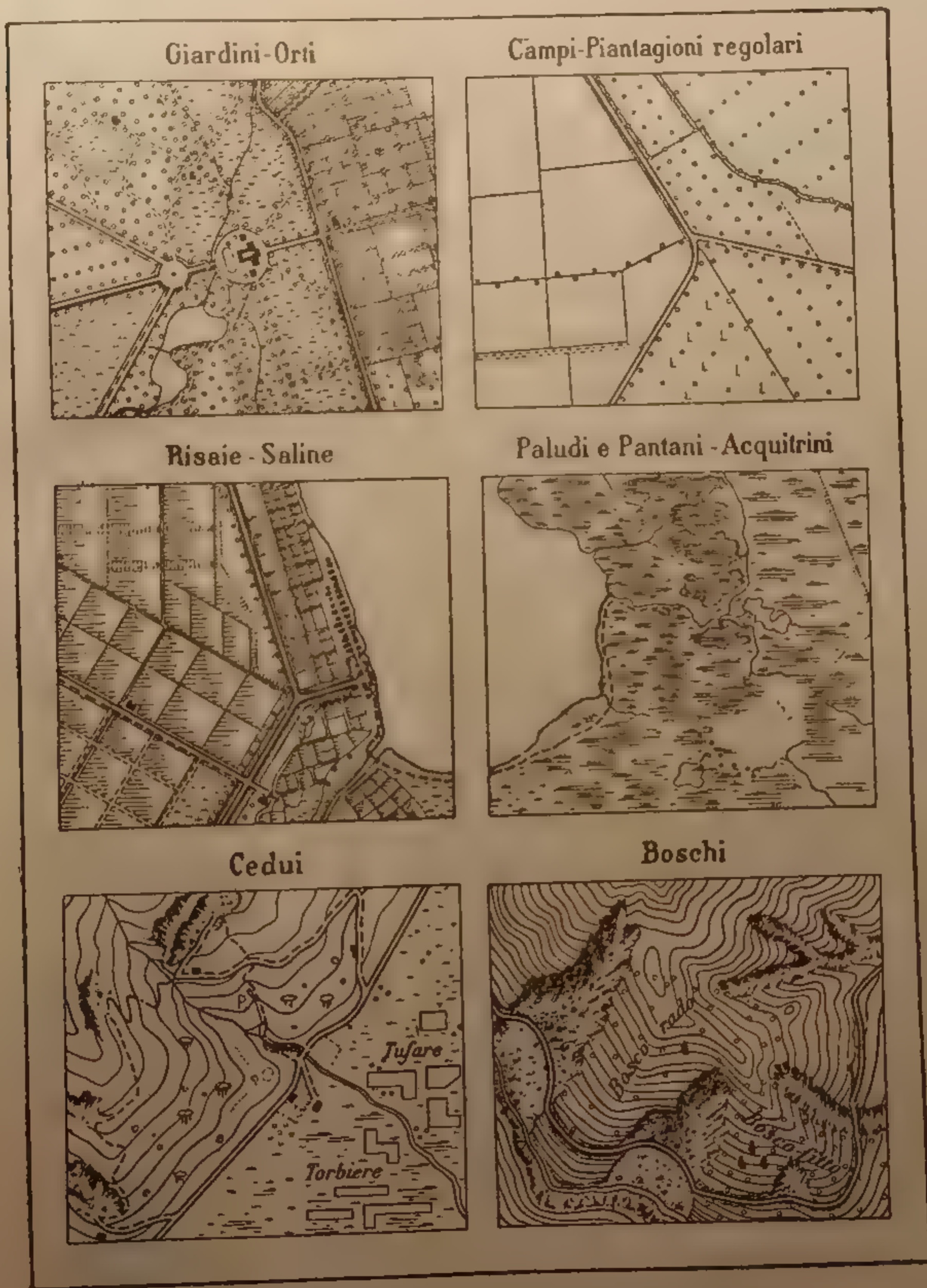



Fig. 36. — Principali disegni convenzionali delle carte dell'Istituto Geografico Militare.

Oltre ai *Fogli* al 100.000, sono pubblicate le levate originali di campagna a 1.25.000 (16 *Tavolette* per Foglio), oppure a 1:50.000 (4 *Quadranti* per Foglio) (fig. 37). Oggi (1938) sta allestendosi una carta a più colori, alla scala di 1:50.000

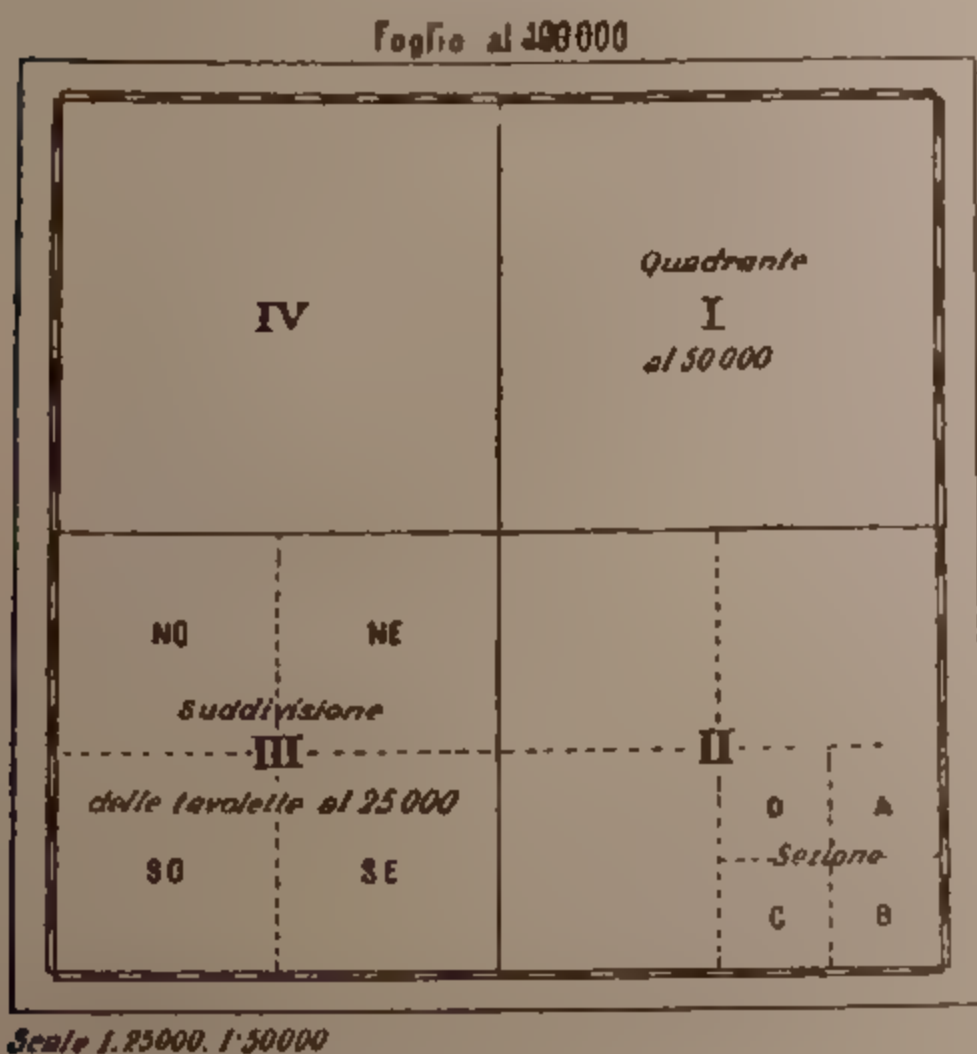



Fig. 37. — Suddivisione del Foglio della Carta d'Italia a 1:100.000.

§ 35. — Misure sulla carta topografica. — La relativa esattezza delle odierne carte topografiche e l'uso delle curve di livello, permettono di determinare su di esse, con una certa precisione, le misure di lunghezza e di area; da cui si possono ricavare poi valori di altezza media, di volumi, di pendenza media ecc. dei rilievi sulla superficie terrestre (*morfometria*).

Il calcolo delle lunghezze si fa generalmente con uno strumento a contagiri chiamato *curvimetro*, che dà però dei risultati molto sommari. È quindi preferibile misurare con un buon *compasso* tutti i singoli tratti di spezzata, nella quale si può decomporre una linea sinuosa, per riportarli in seguito sulla scala grafica della carta.

La misura delle superfici si può fare riportando la figura dell'area da misurare sopra una carta millimetrata e calcolando, secondo la scala, il numero dei millimetri quadrati inscritti entro il perimetro della figura stessa. Più facilmente le aree si misurano direttamente col *planimetro*, strumento integratore delle superfici, di cui si seguono i contorni colla punta dell'apparecchio, mentre i movimenti positivi e negativi di esso sono totalizzati sopra un tamburo rotante, sul quale si fa poi la lettura delle cifre, che moltiplicata per un fattore costante, a seconda della scala della carta, dà il risultato cercato.

Cap. VII.

CENNI GEOLOGICI INTRODUTTIVI

§ 36. — Definizione. — La *Geologia* è la scienza che studia la costituzione, la struttura, l'evoluzione della crosta terrestre, sulla quale sono distribuiti e agiscono i fenomeni fisici, biologici ed umani.

È una delle Scienze naturali più recenti e si riferisce alla parte corticale del Globo formante la *litosfera*. Essa indaga la natura e l'origine dei materiali rocciosi che la costituiscono (*Litologia*), le traccie fossili degli organismi vissuti in epoche passate e in essa contenute (*Paleontologia*) e la disposizione reciproca dei

materiali stessi (*Tettonica*) e ciò sia per ricostruire la storia della Terra, appoggiandosi al principio delle cause attuali (Lyell 1797-1875), studiati dalla Geografia fisica, sia per la ricerca dei materiali utili all'uomo.

Si espongono qui le nozioni strettamente necessarie per la comprensione dei fatti di geografia fisica e biologica e per lo studio della distribuzione dell'attività umana sul Globo.

§ 37. — ORIGINE DELLE ROCCE. — Ogni *roccia* risulta dalla aggregazione di una (*roccia semplice*) o di più specie di minerali o di frammenti di altre rocce (*rocce composte*), per effetto di determinati fenomeni geologici, che fanno parte integrante della crosta terrestre.

Dal punto di vista della loro origine le rocce si distinguono in:

a) **Rocce eruttive**	1. ***intrusive*** (a struttura prevalente granitoide): graniti, sieniti, dioriti, eufotidi, serpentine ecc.
	2. *effusive* (a struttura prevalente porfirica): trachiti, andesiti, tefriti, basalti ecc.
b) **Rocce sedimentarie**	3. ***clastiche*** (frammentarie o detritiche): conglomerati, breccie, arenarie, ghiaie, sabbie, argille ecc.
	4. ***piroclastiche*** (frammentarie di origine vulcanica): ceneri, lapilli, tufi ecc.
	5. *chimiche* (di deposito chimico): salgemma, gesso, travertino, stalattiti ecc.
	6. *organogene* (di deposito organico): calcari, dolomie, tripoli, diaspri, carboni fossili ecc.
c) **Rocce metamorfiche**	7. *scistoso-cristalline*: gneiss, micascisti, filladi, cloritoscisti, calcefiri ecc.
	8. *sedimentarie*: marmi, cipollinini, breccie ecc.
d) **Rocce alterate**	9. *superficiali* (polverulenti): tipo laterite, tipo podzol, tipo steppico.
	10. *profonde* (di contatto): ganga, filoni metalliferi ecc.

a) Le *rocce eruttive* o *ignee* sono rocce silicato-cristalline, risultanti dal consolidamento di magmi, cioè di materiali fluidi ad altissima temperatura, provenienti da regioni assai profonde della crosta terrestre o delle parti subcrostali.

1.) Il ***magma***, sospinto dalle forze interne alla crosta terrestre, talora non arriva alla superficie e si raffredda lentamente consolidandosi e cristallizzandosi completamente e uniformemente (*rocce olocristalline*) (fig. 38). Si hanno così le rocce ***intrusive*** (o ***plutoniche***), che formano ammassi mostranti una struttura uniforme, prevalentemente olocristallina, cioè con cristalli per lo più di dimensioni eguali e di colore chiaro, se la roccia è acida (ricca di silice), scuro se invece essa è basica (povera di silice).

Sono esempi di rocce intrusive: i *graniti* (Alpi Occidentali e Centrali, Corsica, Sardegna, Elba, Calabria ecc.), le *dioriti* (Ivrea), il *gabbro* o *eufotide* (Appennino Ligure e Tosco-Emiliano), le *peridotiti* (Alpi Occidentali), le *serpentine* (Alpi Occidentali ed Appennino Settentrionale).

2.) Se le masse eruttive si spingono alla superficie o sono iniettate in strette fessure formando i *filoni*, a causa del raffreddamento più rapido, la loro struttura diviene *porfiroide*, cioè con grossi cristalli immersi in una pasta microcristallina (fig. 39) o anche parzialmente vetrosa. Hanno questa struttura le rocce *effusive* o *laviche* o *vulcaniche*, cioè le rocce eruttive derivanti da magmi traboccati all'esterno e quivi consolidati; queste rocce sono spesso bollose alla superficie

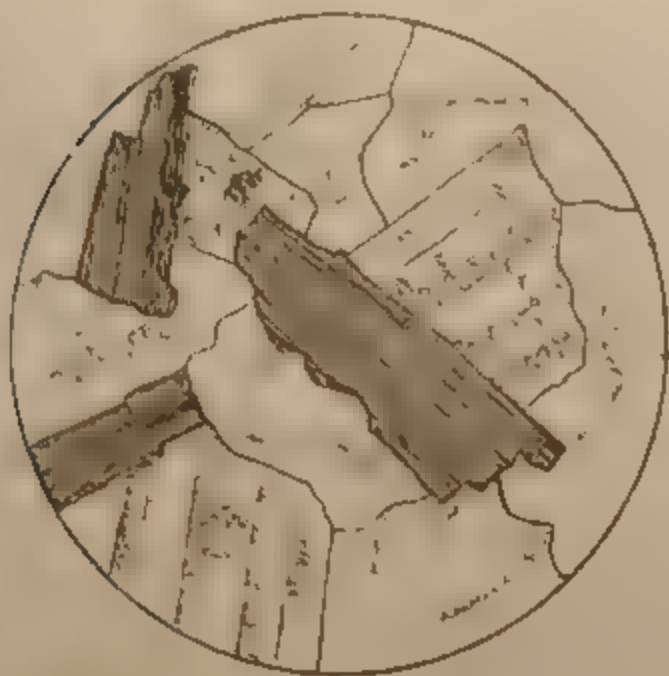



Fig. 38. — Sezione di roccia granitica (olocristallina) vista al microscopio.

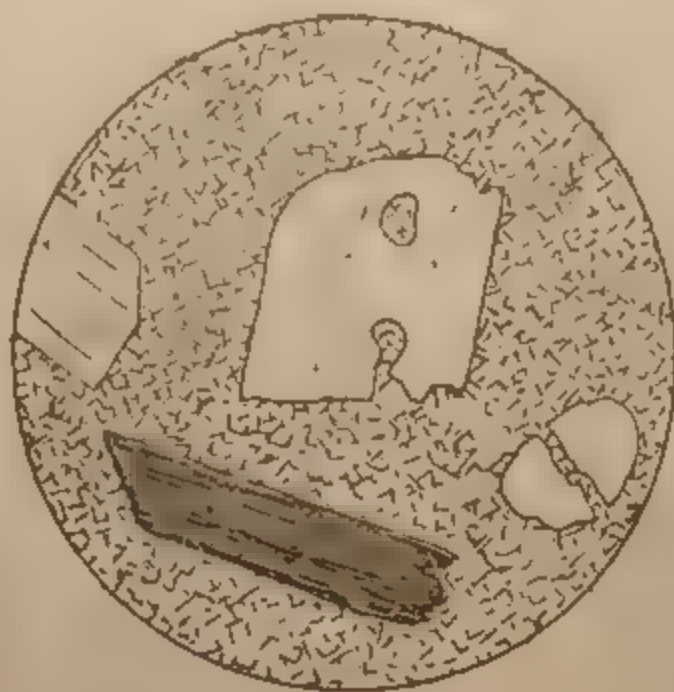



Fig. 39. — Sezione di roccia porfirica (macrocristalli in massa microcristallina) vista al microscopio.

per il rapido svolgersi dei gas e vapori durante il raffreddamento (*lave* bollose e *pomici*), e talora sono interamente o quasi vetrose (*ossidiane*).

Rocce effusive sono i *porfidi quarziferi* (Alpi Lombarde ed Atesine), analoghi per costituzione al granito, ma a struttura porfiroide, le *trachiti*, le *porfiriti*, i *diabasi*, i *basalti*, le *lave leucitiche* (abbondanti queste ultime nei terreni vulcanici dell'Italia Peninsulare) ecc.

b) Le *rocce sedimentarie* devono la loro origine a fenomeni esterni della superficie terrestre, essendo formate di materiali derivanti, per via meccanica o chimica, dal disfacimento di rocce preesistenti e deposte come sedimenti subacquei (*depositi marini, fluviali, lacustri*) o subaerei (*depositi eolici*). Tali materiali possono derivare direttamente dalla frammentazione o decomposizione delle rocce più antiche, oppure possono essere originati dalla deposizione chimica od organica di sostanze trasportate allo stato di soluzione nelle acque. Nell'un caso e nell'altro gli elementi si dispongono in *strati* successivamente sovrapposti, per cui presentano, come carattere distintivo, la divisione in banchi.

3.) Le rocce *clastiche* o *detritiche* sono costituite da elementi grossi o minuti (ciottoli, ghiaie, sabbie), sciolti o più o meno cementati, trasportati da corsi d'acqua o ghiacciai (*terreno alluvionale*).

Ciottoli e ghiaie arrotondati di antiche alluvioni e cementati fra loro costituiscono i *conglomerati* o *puddinghe*; se i frammenti sono angolosi e cementati, si hanno le *breccie*. Le sabbie cementate costituiscono le *arenarie*, corrispondenti per lo più a depositi marini costieri. Le *argille* sono per lo più formate dal de-

posito di fanghiglie finissime marine o lacustri, se all'argilla si uniscono elementi calcarei si hanno le *marne*, utili per l'industria cementizia. Col tempo e la pressione le argille possono acquistare la scistosità, cioè una suddivisibilità in lamelle sottilissime (*scisti argillosi*).

4.) Le rocce *piroclastiche* sono dovute a materiale detritico proiettato dai vulcani.

Fra di esse si notano le *ceneri* ed i *lapilli*, costituiti da elementi minuti e sciolti, ed i *tufi vulcanici*, formati da ceneri e lapilli cementati, sia perchè caduti in seno alle acque, sia nei depositi subaerei per opera delle acque filtranti. I tufi sono abbondantissimi nelle regioni vulcaniche dell'Italia Peninsulare.

5.) Le rocce *sedimentarie chimiche* sono dovute a precipitazione di sostanze minerali disciolte nelle acque.

Il *salgemma* e il *gesso* sono appunto rocce formatesi per la separazione rispettivamente del cloruro di sodio e del solfato di calcio, nella evaporazione di acque marine in bacini costieri. Così si hanno a Lungro in Calabria, presso Volterra in Toscana, e su scala di gran lunga maggiore, nei giacimenti di Stassfurt, che si estendono per un'amplissima zona nel sottosuolo germanico ecc.

I *travertini* sono rocce calcaree prodotte dall'evaporazione di acque ricche di carbonato di calcio; così presso Tivoli e in altre località della Campagna Romana, alla cascata delle Marmore ecc. Anche le *stalattiti* e *stalammiti* e gli *alabastri calcarei*, nelle grotte del Carso, hanno origine analoga.

6.) Le rocce *sedimentarie organogene* sono dovute all'accumularsi delle spoglie di organismi vegetali o animali. Prime tra esse sono le *rocce calcaree*, vale a dire i *calcari* e le *dolomie* che, tratti da carbonato di calce disciolto nelle acque fluviali, lacustri e sopratutto marine, viene fissato dagli organismi nei loro astucci, gusci, impalcature scheletriche ecc. e che si depositano in masse più o meno compatte sul fondo del mare.

Origine vegetale, da alghe litoranee o di scogliera, hanno i *calcari a litotamni* e quelli *a diplopore*. Hanno invece origine animale i *calcari corallini, conchigliari* ed *a foraminiferi*. Lente trasformazioni cancellano poi la struttura organica e danno alla roccia un aspetto compatto ed uniforme. Le *selci* ed i *diaspri* derivano dall'accumulo di spoglie silicee di microrganismi vegetali (*diatomee*) o animali (*radiolari*), cementate da silice; se tali spoglie rimangono sciolte, si ha la *farina fossile* ed il *tripoli*.

Di origine organica sono pure i *carboni fossili*, dovuti alla lenta carbonizzazione di resti vegetali, per effetto di un processo di fermentazione ancora poco noto, probabilmente di origine batterica, nel quale si ha un lentissimo accrescimento progressivo della percentuale di carbonio, con eliminazione di prodotti gassosi ricchi di idrogeno (*metano* e altri) e acqua. I carboni fossili si distinguono di solito in quattro tipi principali, per il vario tenor di carbonio e la diversa età di carbonizzazione: *torba, lignite, litantrace, antracite*.

La *torba*, carbone di origine recente e che si forma anche attualmente, si presenta come un feltro, bruno o nerastro, formato talora (*torbiere alte*) di sfagni e avanzi di piante erbacee od arbustive ad essi associate, talaltra (*torbiere basse* o *di palude*) di ciperacce e graminacee palustri. Estesissime sono le torbiere nell'Europa Settentrionale e in Italia, in antichi bacini palustri e lacustri.

Le *ligniti* sono carboni fossili più vecchi, di aspetto molto vario, presentandosi ora di colore bruno o nerastro e con struttura legnosa molto evidente (*piligno*), ora di color nero e a frattura concoide brillante (*ligniti picee*). Si tratta, di materiali fluitati (*ligniti* del Valdarno), oppure di materiali accumulatisi in antiche torbiere più o meno boscose (ligniti della Maremma Toscana, di Bacu Abis in Sardegna ecc.).

Il *litantrace* e l'*antracite* sono i carboni fossili molto antichi, formati da avanzi di piante molto diverse dalle attuali (essenzialmente crittogame vascolari di tipo palustre vissute in foreste litoranee tropicali e fossilizzatesi in posto. Depositi ricchissimi di litantrace e antracite (costituenti il *carbon fossile* per eccellenza) si hanno negli Stati Uniti atlantici, in Cina e Siberia, nella Slesia, Romania, Belgio, Inghilterra e sono relativamente scarsi in Italia.

Come appendice ai carboni fossili notiamo che origine prevalentemente zoogena (cioè derivati da avanzi animali marini accumulatisi in particolari condizioni) hanno gli *scisti bituminosi*, calcari, marne o argille impregnati di bitumi, di cui si hanno frequenti esempi nelle Alpi, negli Appennini e in Sicilia.

Una impregnazione analoga è quella *petrolifera*, dovuta a miscele di svariatissimi idrocarburi liquidi, (*nafta* o *petrolio greggio*), che si ritengono dovuti a una trasformazione di residui organici accumulatisi in quantità enormi. L'Italia è povera di petrolio, mentre ne sono ricchi sopratutto gli Stati Uniti, il Messico, la Mesopotamia, la regione Caspica, la Romania, la Galizia ecc.

c) *Rocce metamorfiche* sono gli *scisti cristallini*, profondamente trasformati entro la crosta terrestre, sotto l'azione di forti pressioni a temperatura elevata e in presenza di acqua, così da assumere speciali caratteri mineralogici e di struttura (*cristallinità* e *scistosità* per *metamorfismo*). Derivano da trasformazione sia di rocce sedimentarie, sia di rocce eruttive, che hanno subito intense azioni chimico-termiche e dinamiche.

7.) I tipi principali di scisti cristallini sono: gli *gneis*, con ordinamento parallelo degli elementi cristallini; i *micascisti*, le *filladi*, i *talcoscisti* e *cloritoscisti*, i *calcefiri*, i *calcescisti* e *calcari filladici* ecc.: rocce tutte frequenti nelle zone dei grandi corrugamenti della crosta terrestre e pertanto diffuse nelle parti centrali delle maggiori catene (es. Alpi) e nelle zone di corrugamento antico, dove l'erosione ha messo a nudo le parti profonde.

8.) Fra le rocce metamorfosate di origine sedimentaria organica sono massimamente da ricordare i *marmi* di calcite microcristallina, come il *cipollino* o il *marmo saccaroide* di Carrara nelle Alpi Apuane, ed anche le *breccie* antiche colorate di Serravezza, i *venati* e *bardigli*, sempre delle Apuane, dovuti ad intrusioni di sali minerali ecc.

d) *Rocce alterate*. Le rocce superficiali che affiorano sulla Terra — per la decomposizione dovuta agli agenti atmosferici e per l'azione degli animali, delle piante, dei bacteri — possono modificare la loro natura fisica e chimica, formando una crosta di vario spessore, che rimane spesso in posto (*terreno eluviale*) a costituire quello che si chiama il *terriccio* o il *suolo* e che l'uomo, con lavoro, ha trasformato in *terreno vegetale* o *terreno agrario*.

9.) Formazioni dovute a questi processi di alterazione *superficiale* sono particolarmente: *a*) le *argille*, residui allo stato colloidale di silicati idrati di alluminio, nei paesi temperati-umidi; *b*) le *terre rosse*, derivanti per lo più da decalcificazione dei calcari, di cui rimangono in posto i materiali insolubili argillosi e ferruginosi; *c*) le *lateriti*, idrossidi di alluminio e ferro, tipiche dei paesi tropicali caldo-umidi, per completa idrolisi dei silicati di alluminio e che coprono il 49% del suolo africano

Fig. 1 - Alluvioni fluviali in Val d'Aosta

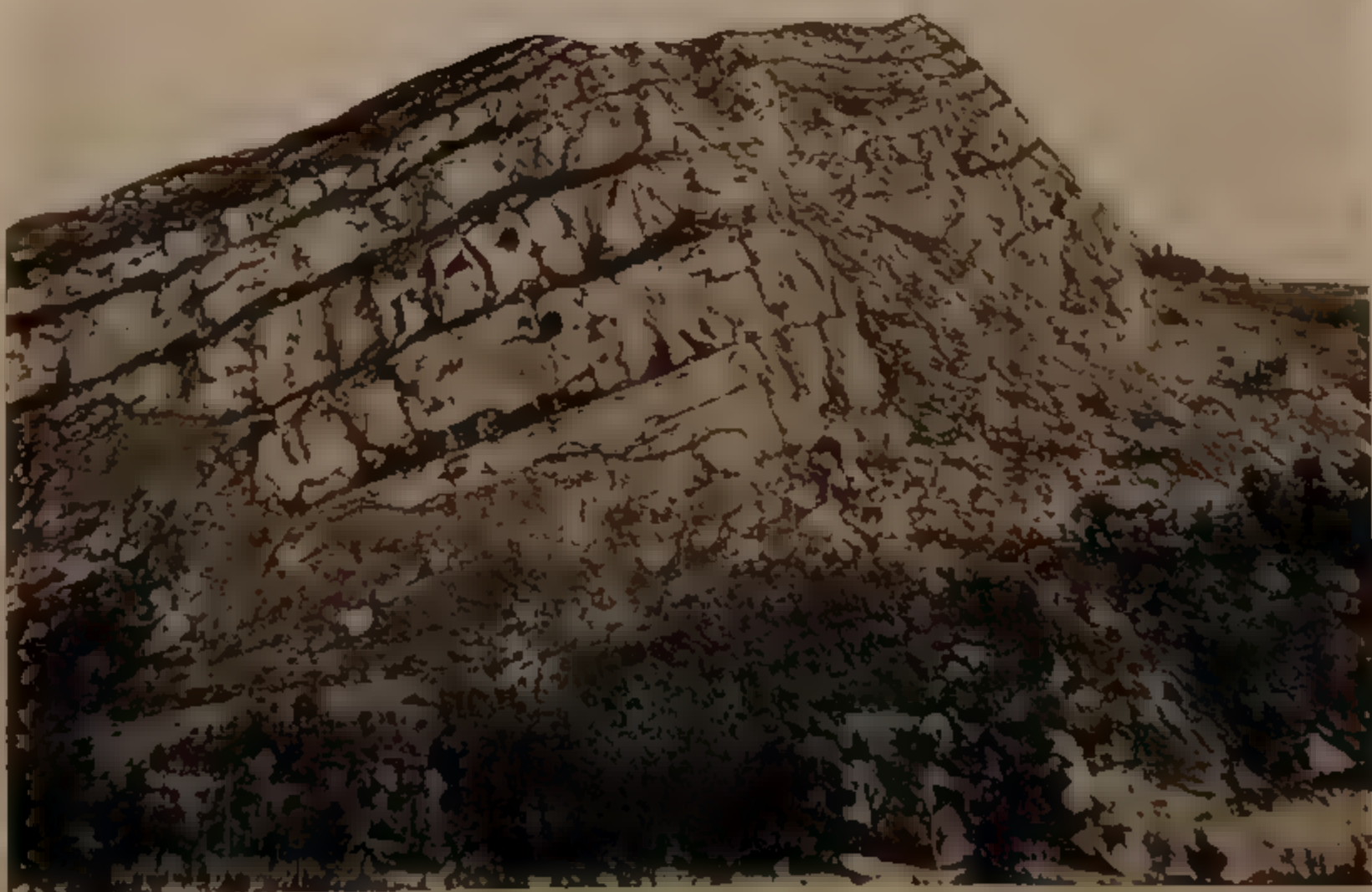



Fig. 2 - Strati calcari nell'Appennino Settentrionale

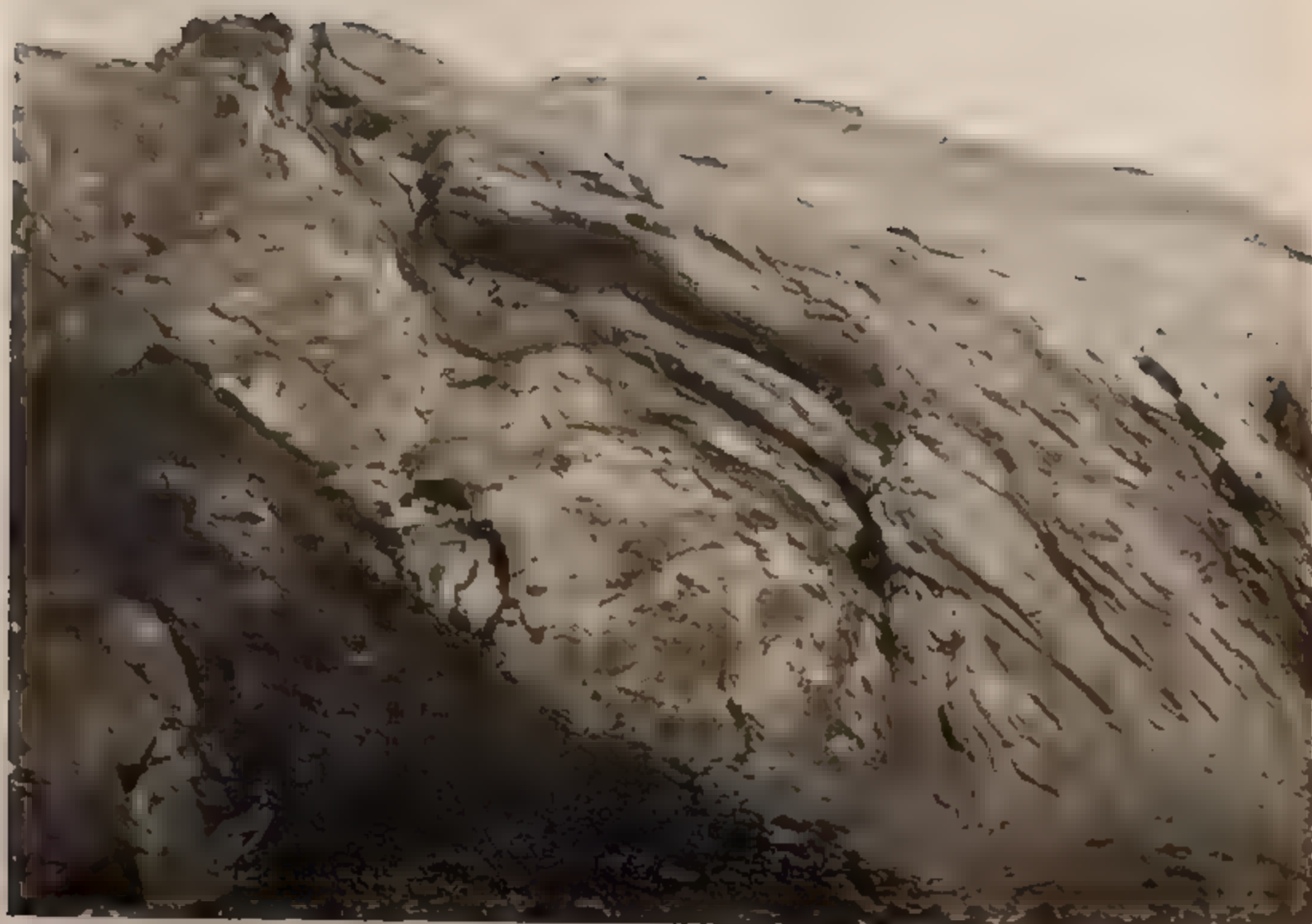



Fig. 3 - Scisti cristallini in Val d'Aosta

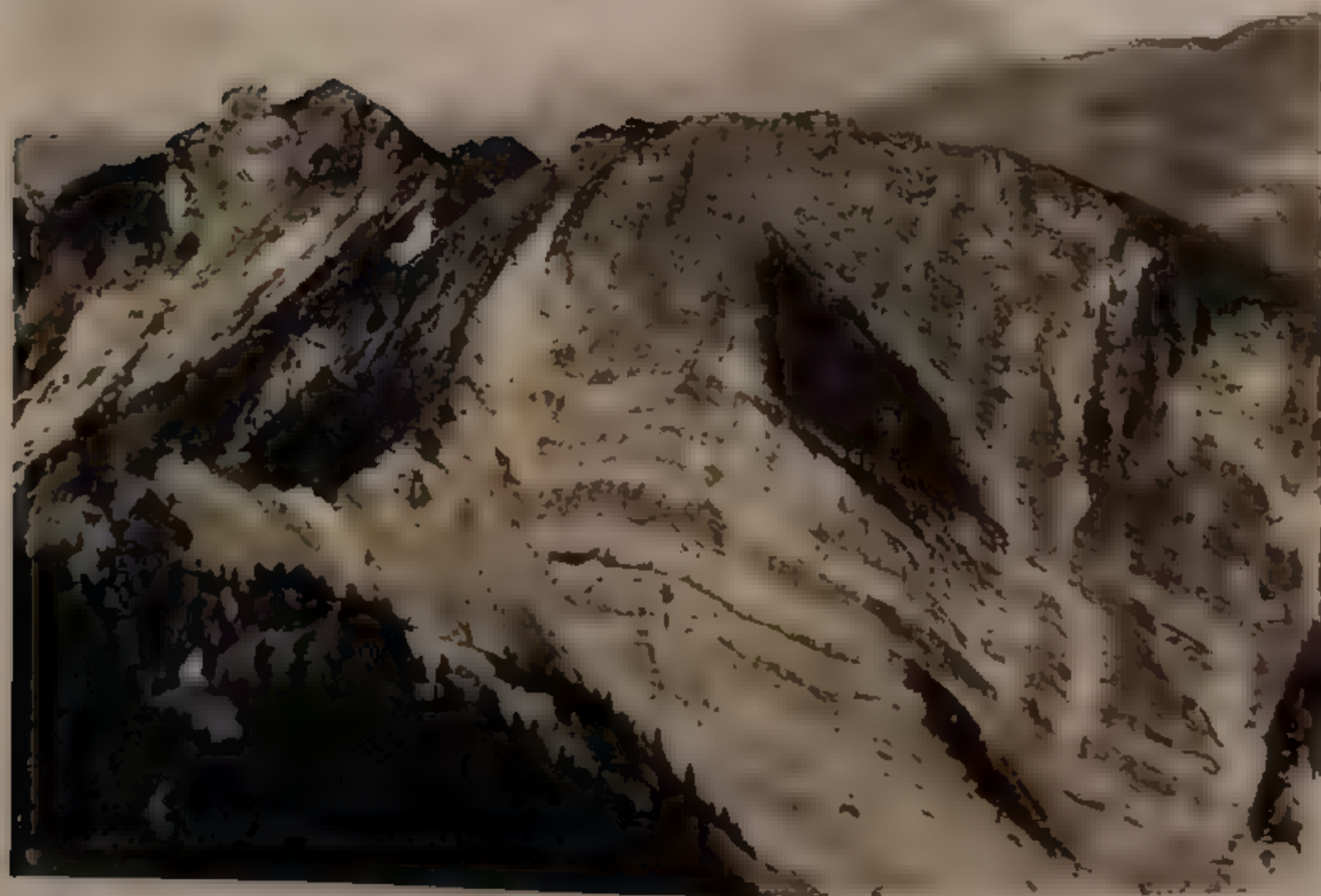



Fig. 4 - Piega anticlinale e faglia in Val Sugana

Si possono distinguere tre grandi gruppi di suoli, che l'uomo sfrutta e che si suddividono poi in particolari [illegible] *[illegible]*, a decomposizione [illegible] avanzata, dovuta a clima caldo umido [illegible] regioni [illegible] *[illegible]*, a decomposizione meno evoluta di [illegible] delle regioni [illegible], *tipo steppico*, a decomposizione organica rallentata [illegible] fra cui le *terre nere* (*cernozem*) delle regioni [illegible] *[illegible]* delle [illegible] temperate-calde. A questi si debbono aggiungere i *[illegible]*, [illegible] umico e i *suoli salini*, in cui abbondano i cloruri, i solfati e i carbonati, sparsi sul Globo in particolari condizioni morfologiche e climatiche del terreno

10.) Le rocce alterate *profonde* sono dovute al contatto di materiali magmatici od acque termali attraverso ad altre rocce, che danno luogo a modificazioni della costituzione e struttura delle rocce incassanti (*ganga*) e talora a formazioni di minerali metalliferi (*geodi*, *filoni* ecc.).

§ 38. — STRUTTURA DELLE ROCCE. — Sotto l'azione dei fenomeni che agiscono sulla superficie terrestre, le rocce si comportano in modo diverso, a seconda delle proprietà chimiche dei loro elementi e del diverso stato fisico di aggregazione delle particelle che le costituiscono (*tessitura della roccia*).

L'elemento solido della crosta terrestre (*litosfera*) rappresenta la parte resistente o passiva di fronte alle azioni modificatrici o attive dell'elemento liquido (*idrosfera*) e aeriforme (*atmosfera*), che vengono a contatto con le superfici affioranti delle rocce e che portano ad una modificazione fisico-chimica dei componenti delle rocce e quindi, in definitiva, ad una loro alterazione.

Così considerate, le rocce possono distinguersi in:

1. *Rocce omogenee* e *eterogenee;*
2. » *rigide* e *plastiche;*
3. » *coerenti* e *incoerenti;*
4. » *solubili* e *insolubili;*
5. » *permeabili* e *impermeabili.*

Vari di questi caratteri possono però coesistere nella medesima roccia.

a) Le *rocce omogenee* sono quelle costituite, in tutta la loro massa, da elementi di simile natura fisica e chimica e aventi un simile stato di aggregazione, cosicchè, in tutte le loro parti, si comportano nello stesso modo di fronte alle forze disgregatrici.

Tali rocce sono di solito costituite da una sola specie di minerale, come ad es. il *calcare*, che è formato da cristallini di carbonato di calcio, fortemente aderenti fra loro, per cui l'alterazione della roccia — per azione delle acque e dell'atmosfera — avviene uniformemente su tutta la superficie esposta.

Rocce eterogenee sono quelle formate invece da elementi di natura fisica e chimica diversi fra loro, come il *granito*, i *porfidi* ecc., per cui le

azioni disgregatrici agiscono variamente sui diversi elementi trasformandone chimicamente alcuni e lasciando intatti gli altri.

Così p. es., le acque atmosferiche sulle rocce *granitoidi*, idrolizzando solo i minerali silicati che divengono terrosi (*caolinizzazioni*), lasciano intatti i cristallini di quarzo, che emergono e rendono scabrosa la superficie in disfacimento di queste rocce, le quali possono rendersi friabili e dar luogo a sabbie silicee.

b) Le *rocce rigide* sono date dalla struttura e dal modo di aggregazione tenace dei loro elementi, per cui non modificano la loro forma e giacitura, se non sotto sforzi violenti e bruschi, spezzandosi e fessurandosi in vari sensi in tutta la loro massa (*litoclasi*); così i *calcari* e i *graniti*.

Le *rocce plastiche* invece, come le *argille*, hanno poca tenacità e coesione fra i loro elementi cosicchè, sotto l'azione di spinte sulla loro massa, si modellano, cambiando forma e giacitura senza spezzarsi.

Le proprietà di « rigido » e « plastico » nelle rocce non si escludono fra di loro, se si considerano in funzione del tempo. Così rocce, quali i calcari, che si comportano rigidamente sotto l'azione di fenomeni a breve periodo, come le onde sismiche, si appalesano plastiche pur fessurandosi, con contorsioni e stiramenti nella loro massa, sotto l'azione potente di fenomeni che si sviluppano, in profondità, con lentezza, nell'ordine delle epoche geologiche, come gli sforzi orogenetici.

c) Sono *rocce coerenti* o *dure* quelle nelle quali tutti gli elementi si presentano fortemente aderenti fra loro, per cui oppongono una certa resistenza ad essere spezzate, e formano banchi o strati di grande volume e spessore, quali i graniti, i calcari ecc.

Il loro frantumarsi avviene di solito per l'azione fisica della dilatazione, sopratutto superficiale, della roccia, a causa del calore diurno e la corrispondente contrazione per il raffreddamento notturno.

Le rocce di colore scuro, che hanno una maggiore capacità termica, quali i basalti e i porfidi, a parità di altre condizioni, sono soggette ad una maggiore frantumazione, al contrario di quelle chiare, come le trachiti e i calcari.

Rocce incoerenti sono quelle costituite da elementi rocciosi sciolti a forma angolosa o arrotondata, di dimensioni assai varie, dai grossi massi alle ghiaie, sabbie e fanghiglie, e che presentano delle intercapedini più o meno vaste fra i singoli elementi, in rapporto alla grossezza del materiale, per cui si prestano ad essere facilmente separati nelle loro parti (*rocce clastiche*).

Esse costituiscono talora una coltre di disgregazione da roccia compatta, rimasta in posto a costituire il *suolo eluviale*, come i materiali sabbiosi che coprono le superfici granitiche o quelli argillosi che rivestono le zone calcaree, talaltra i materiali sono stati trasportati altrove, a formare potenti *depositi alluvionali*. In questo caso gli elementi sciolti sono di solito arrotondati e a secondo del loro volume si distinguono in *ciottoli* (diam. mm. 50-25), *ghiaie* (mm 10-3), *sabbie* od *arene* (mm 1,5-0,2), *fanghi* o *limi* (pochi micron).

d) *Rocce solubili* sono quelle che facilmente si sciolgono, in notevole proporzione, nelle acque, come i depositi *salini* o *gessosi*, solubilità tanto più grande quanto la temperatura del solvente è elevata; *poco solubili* sono quelle che, fino ad un certo limite, resistono a tale azione, come i *calcari*, *insolubili* sono quelle molto resistenti all'azione dei solventi, come la ***quarzite***.

Teoricamente non esistono rocce completamente insolubili, cosicchè nelle acque fluviali si trovano oltre al solfato di calcio, al cloruro di sodio, al solfato di magnesio anche il carbonato di magnesio, l'anidride silicica ecc. Si calcola che esse contengano, in media, materiale disciolto nel rapporto di 1/6000 del loro peso. Anche i calcari, si sciolgono notevolmente in acque ricche di acido carbonico.

e) *Rocce permeabili* sono di solito rocce frammentarie incoerenti o incompletamente cementate, come le *alluvioni*, le *sabbie* ecc., che permettono all'acqua, non solo di penetrare fra i loro meati, ma anche di muoversi e circolare in essi. *Porose* si dicono quelle che facilmente s'imbevono di acqua, come i *lapilli*, le *ceneri*, alcune *arenarie*, *fessurate*, quelle con numerose diaclasi, dove l'acqua può scorrere, come, in genere i *calcari*. Il valore della permeabilità dipende dall'ampiezza dei vuoti interposti fra i vari elementi. Il rapporto centesimale fra il volume dei meati e il volume totale della roccia, si chiama *coefficiente di porosità* ed esso, a sua volta, dipende dalla grossezza, dalla forma e dalla disposizione dei vari meati ed è tanto maggiore, quanto più grossolani e sferoidali sono i singoli elementi.

Gli spazi vuoti, fra i vari elementi, sono in rapporto diretto col diametro dei singoli elementi; quanto più questo diminuisce tanto più lo spazio beante diventa minore e si riduce la permeabilità. Il massimo grado di essa sarebbe dato teoricamente da elementi sferici perfetti, sovrapposti. In queste rocce, che possono assorbire persino un volume d'acqua pari a metà del volume della roccia, l'acqua può muoversi liberamente entro tutti i meati, in modo che la superficie del livello acquifero può anche disporsi quasi orizzontale come se fosse a pelo libero. Vi sono però anche rocce compatte fessurate, quali i *calcari*, che possono permettere all'acqua di entrare in grandi masse entro le loro diaclasi, beanti e comunicanti fra loro, e di circolare come entro tubi chiusi (*permeabilità in grande*).

Rocce impermeabili, sono in genere le rocce compatte, come i *graniti*, nelle quali le acque non possono quasi penetrare, oppure quelle disgregate ad elementi minutissimi, come le *argille* e i *fanghi*, dove i meati sono così minuti, che l'acqua che li imbeve non può in essi circolare.

Anche le rocce più compatte trattengono sempre una certa quantità di acqua d'imbibizione (*acqua di cava*). Nei graniti il volume di queste acque si riduce a pochi decimillesimi del volume della roccia. Le *rocce argillose* hanno invece un alto grado d'imbibizione, per il fenomeno di capillarità, che si manifesta entro i loro minutissimi meati; ma appunto per questo, l'acqua in esse non può circolare e rappresentano il termine massimo della impermeabilità.

§ 39. Stratigrafia e tectonica. — Le rocce *sedimentarie*, come sappiamo, sono state deposte quali sedimenti subacquei (*marini, fluviali, lacustri*) o subaerei (*depositi eolici*) ed hanno perciò, come carattere distintivo, a differenza di quelle eruttive, la divisione in *strati* o banchi sovrapposti.

In essi sono contenuti spesso dei *fossili*, cioè residui o tracce di organismi, anteriori al periodo attuale, racchiusi nei sedimenti della crosta terrestre, il cui studio è fatto dalla *Paleontologia*, e che servono a stabilire l'età relativa dei terreni. Infatti le specie animali e vegetali si sono succedute con un determinato ordine nei tempi geologici, e tra i loro avanzi si distinguono numerose forme o gruppi di forme, proprie di particolari serie di strati sedimentari (*fossili caratteristici*), cosicchè strati caratterizzati da fossili eguali debbono ritenersi contemporanei, cioè appartenere allo stesso tempo geologico.

Dicesi *stratigrafia* lo studio dei caratteri litologici e paleontologici degli strati sedimentari e della loro posizione reciproca, per stabilirne l'ordine di successione e le corrispondenze d'età.

Per stabilire l'età relativa dei terreni bisogna tener presente il concetto di *facies*, cioè il complesso dei caratteri litologici e paleontologici, che distingue ogni singola formazione sedimentaria, e che dipende dalle condizioni di ambiente in cui questa si è costituita (*facies marina, terrestre, di zona fredda, calda* ecc.).

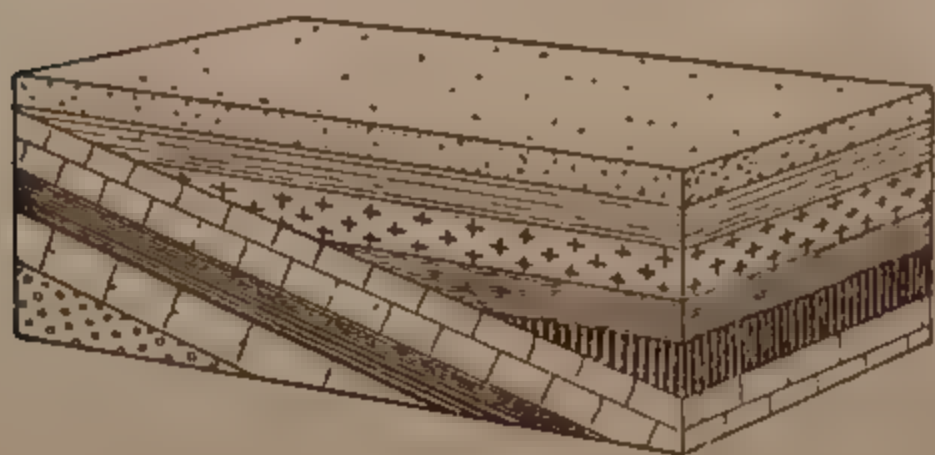



Fig. 40. — Strati discordanti.

Per stabilire l'ordine di successione degli strati dobbiamo immaginare di riportarli alla loro posizione originaria, indipendentemente dalle successive deformazioni (*dislocazioni*); in questo caso di due strati sovrapposti, il superiore è più recente dell'inferiore.

Gli strati, rispetto alla posizione relativa o *giacitura*, si dicono *concordanti* se son paralleli fra loro, *discordanti* se non lo sono, se cioè prima del deposito del sedimento superiore, sono avvenute delle dislocazioni, che hanno alterato la posizione originaria degli strati inferiori (fig. 40).

Talora gli strati più recenti vengono a deporsi sulle testate degli strati inferiori dislocati ed erosi (*strati trasgressivi*, fig. 41) dando testimonianza di emersioni e sommersioni successive, dovute rispettivamente a *regressioni* ed a *ingressioni marine*, cioè al ritiro del mare dalla terra emersa, ovvero penetrazione del mare sulla terra emersa.

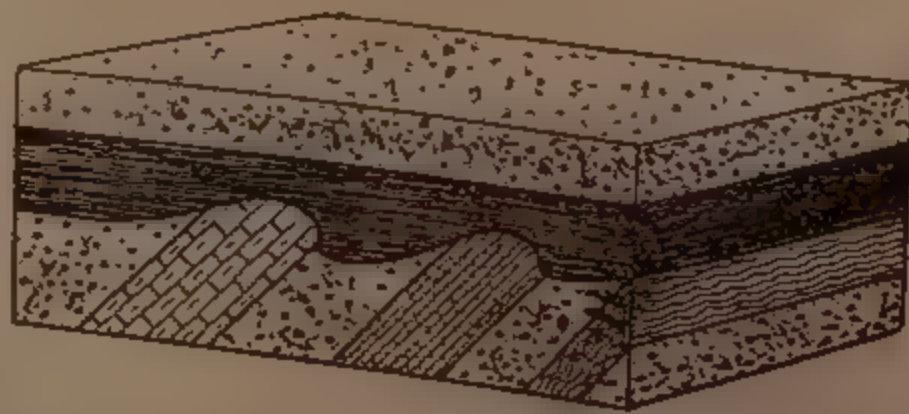



Fig. 41. — Strati trasgressivi su strati dislocati ed erosi.

Dalla giacitura delle rocce cristalline rispetto a quelle sedimentarie, si può dedurre l'età relativa delle prime, giacchè le rocce intrusive ed effusive saranno certo posteriori alla formazione dei sedimenti che esse attraversano o coprono.

La *tettonica* studia, per rilevare l'architettura del sottosuolo, la forma e la posizione reciproca che gli strati della crosta terrestre hanno assunto per spostamenti (fratture, pieghe ecc.) dalla posizione originaria (*dislocazioni*) e i rapporti che hanno con essi le masse intrusive od effusive.

La tettonica di una regione è assai importante per lo studio della Geografia fisica, rappresentando essa lo scheletro dei rilievi, su cui hanno presa gli agenti esterni, che modellano poi la superficie terrestre.

Fig. 42. — Elementi tettonici di uno strato.

Per ricostruire la tettonica di una regione bisogna determinare la posizione degli strati rispetto ai punti cardinali e alla superficie orizzontale; posizione che viene determinata colla *bussola del geologo*. Essa è una bussola comune con la quale si determina la direzione dello strato, e a cui è unito un pendolino verticale, che segna in gradi l'inclinazione dello strato, rispetto all'orizzonte. Di uno

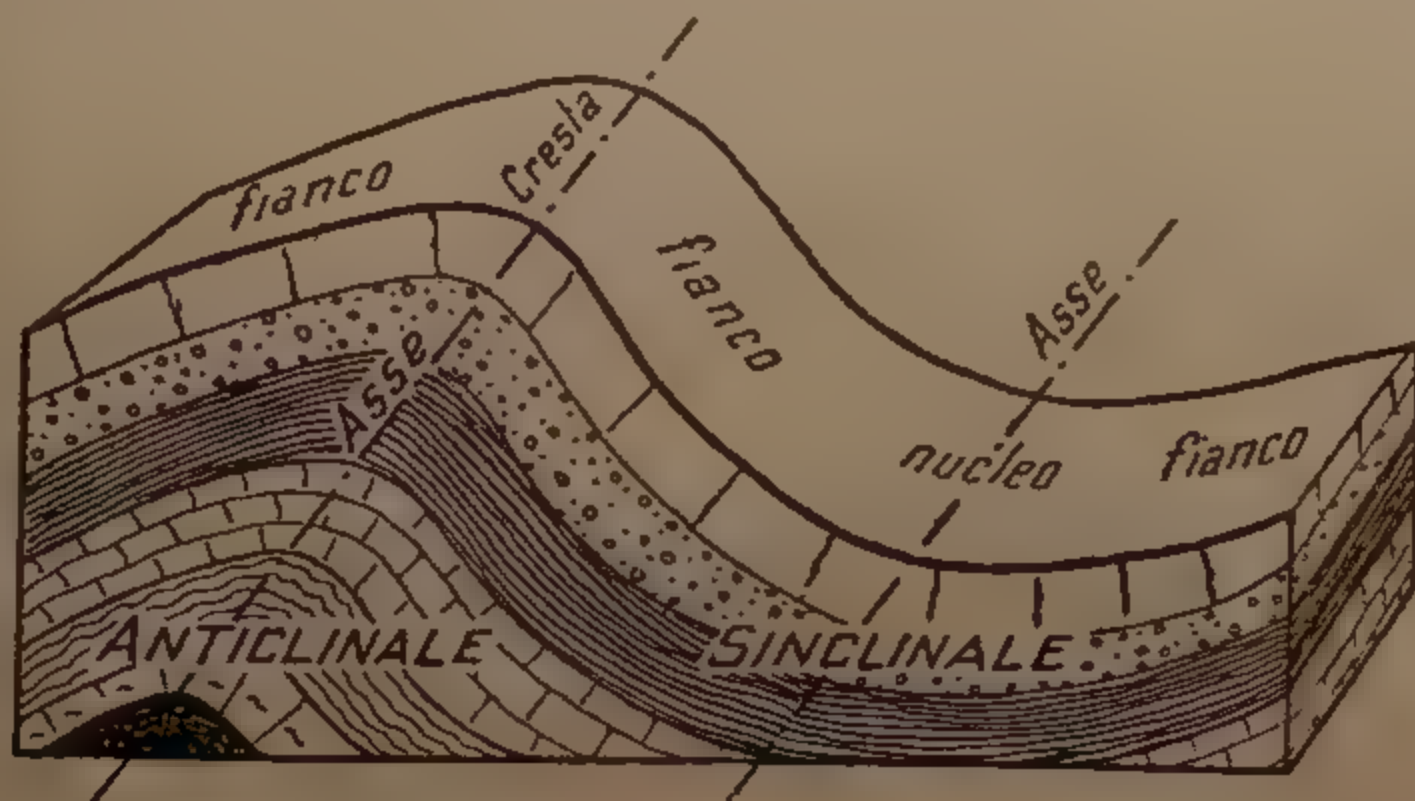



Fig. 43. — Elementi tettonici di una piega.

strato è necessario conoscere tre elementi: la *direzione*, la quale è indicata da una linea orizzontale tracciata sulla faccia dello strato (fig. 42), l'*immersione*, linea perpendicolare alla direzione sulla faccia dello strato stesso e che indica la direzione verso la quale lo strato pende; la *inclinazione*, cioè l'angolo che una faccia dello strato fa col piano orizzontale.

I sedimenti accumulati per ingenti spessori (*potenza degli strati*) per effetto delle forze interne della crosta terrestre, possono essere costretti a corrugarsi in un insieme o *fascio di pieghe*, disposte normalmente alla direzione del massimo sforzo. Si hanno così le *pieghe anticlinali* convesse verso l'alto, alternate con le *pieghe sinclinali* concave verso l'alto (fig. 43).

Una piega completa consiste di una anticlinale e di una sinclinale accoppiate (fig. 43). In ciascuna di queste si distingue l'*asse* che la divide nel senso della lunghezza e che, a seconda della sua inclinazione, può dar luogo a pieghe *diritte, inclinate* e *rovesciate*; i *fianchi* o *gambe* della piega, le due metà che in-

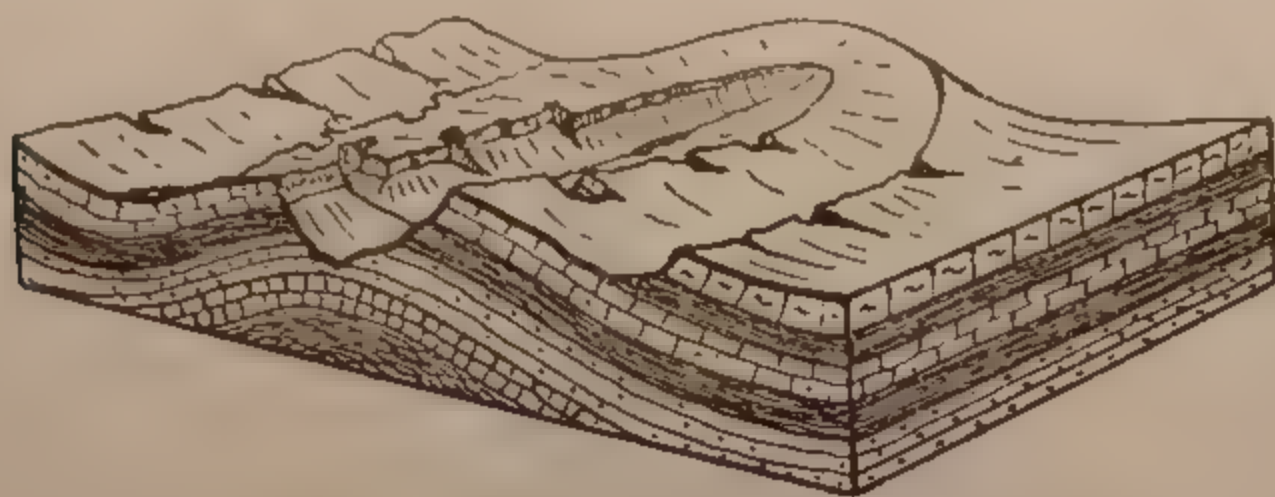



Fig. 44. — **Elissoide anticlinale eroso.**

curvandosi si uniscono lungo l'asse della piega nella *cresta* di una anticlinale o nel *nucleo* di una sinclinale, e che possono dar luogo a pieghe *simmetriche* a fianchi ugualmente inclinati o *asimmetriche* con fianchi diversamente pendenti, o addirittura *coricate* le une sulle altre (come si notano spesso nelle Alpi).

Anticlinali brevi a forma di cupola prendono il nome di *elissoidi;* sinclinali brevi costituiscono le *conche tettoniche* (fig. 44).

Spesso le pieghe si complicano con rotture, dette *fratture*, che talora sono accompagnate da spostamento dei due lembi vicini degli strati (fratture con salto o *faglie*, fig. 45). Le pieghe nelle zone di più intensa com-

Fig. 45. — Pieghe e faglie.

pressione possono ridursi di spessore ed essere *strizzate* e *stirate;* esse si rompono e si spostano facilmente lungo l'asse, convertendosi in *pieghe-faglie;* chè se la spinta continua, il fianco superiore della piega può accavallarsi sull'inferiore, dando luogo ad un *accavallamento* o *ricoprimento*.

L'esagerazione del fenomeno può portare addirittura ad uno scorrimento (avvenuto in profondità della crosta terrestre e con lentezza geologica) di masse rocciose, per decine e anche centinaia di chilometri (*carreggiamento*), dando

Fig. 46. — Falde di carreggiamento intaccate dall'erosione.
R = radice della falda; C = fronte della falda; F = finestra della falda; L = lembi di ricoprimento.

origine a strutture enormemente complesse, a *falde di ricoprimento* o *falde di carreggiamento* sovrapposte e staccate dalla radice della falda, come è in buona parte delle Alpi Centrali (fig. 46).

§ 40. — LE ÈRE GEOLOGICHE. — Con lo studio stratigrafico e paleontologico dei terreni sedimentari e con la comparazione dei tipi di facies diversi per carattere e per durata, fu possibile ricostruire la storia della Terra. Tale storia, nella parte da noi conosciuta e cioè dalla formazione dei più antichi strati sedimentari a noi accessibili sulla crosta terrestre, è stata suddivisa in *Ère*, alle quali corrispondono altrettanti gruppi di terreni.

I primi e più profondi sedimenti conosciuti non presentano numerosi e completi resti organici. Alla formazione di questo potente gruppo di strati fu dato il nome di *Sistema Arcaico*, formatosi in un'*Èra Archeozoica*, cioè di animali antichissimi (un tempo detta *Azoica*, perchè erroneamente ritenuta priva di manifestazioni della vita). Seguono quattro *Ère geologiche*, i cui sistemi con resti fossili corrispondono a quattro profondi rinnovamenti di fauna, sia terrestre che marina, e a cui si diedero i nomi di: *Èra Primaria* o *Paleozoica* (di animali antichi); *Secondaria* o *Mesozoica* (di animali intermedi); *Terziaria* o *Cenozoica* (di animali recenti); *Quaternaria* o *Neozoica* (di animali recentissimi), nella quale si trovano le prime tracce dell'uomo.

Ciascuna di queste Ère è stata divisa in più *Periodi*, caratterizzati per un particolare ciclo di sedimenti a *facies diverse*, a seconda delle varie regioni del Globo; i Periodi alla lor volta si suddividono in *Piani*, caratterizzati dalla presenza di particolari specie fossili, che si suddividono ancora in *Sottopiani*, *Orizzonti* e *Zone*, rispondenti a condizioni locali. Tali divisioni hanno desunto, per convenzione, il loro nome dalla località dove per la prima volta la formazione fu incontrata o studiata, o da qualche carattere specifico di essa.

Ecco il quadro delle Ère, Periodi, Piani e Sottopiani comunemente accettati dai geologi per l'Europa, le Alpi e i bacini del Mediterraneo, in ordine di sovrapposizione, dai profondi ai superiori:

ERE	PERIODI	PIANI			SOTTOPIANI	
V. **Neozoica o Quaternaria**	2) *Attuale*	Olocene (Alluviale)				Neolitico
	1) *Glaciale*	Pleistocene (Diluviale)			Rissiano 2 Würmiano	Paleolitico
					Mindeliano	
IV. **Cenozoica o Terziaria**	2) *Neogene*	Pliocene	sup.		Calabriano Astiano	
			inf.		Piacenziano	
		Miocene	sup.		Messiniano Tortoniano	(Pontico)
			med.		Elveziano Langhiano	
			inf.		Aquitaniano	
	1) *Paleogene*	Oligocene			Cattiano Rupeliano Lattorfiano	
		Eocene			Priaboniano Luteziano Spilecciano	
III. **Mesozoica o Secondaria**	3) *Cretacico*	Sopracretaceo			Senoniano Turoniano Cenomaniano	
		Infracretaceo			Albiano Aptiano Barremiano Neocomiano	
	2) *Giurassico*	sup.	Oolite	Malm	Titoniano Kimmeridgiano Oxfordiano Calloviano	
		med.		Dogger	Batoniano Baiociano Almiano	
		inf.		Lias	Taorciano Dameriano Pleisbachiano Sinemuriano Ettangiano	
	1) *Triassico*	sup.	(Keuper)		Retico Carnico	
		med.	(Muschelkalk)		Ladinico Asinico	
		inf.	(Bundsandstein)		Werfeniano	
II. **Paleozoica o Primaria**	5) *Permiano*	sup.	(Zechstein)			
		inf.	(Rothligende)			
	4) *Carbonifero*	sup.	(Uraliano)			
		med.	(Moscoviano)			
		inf.	(Dinantiano)			
	3) *Devoniano*	sup. med. inf.				
	2) *Siluriano*	sup.	(Gotlandiano)			
		inf.	(Ordoviciano)			
	1) *Cambriano*					
I. **Archeozoica o Arcaica**	2) *Algonchiano*					
	1) *Archeano*					

L'*Èra Archeozoica*, lunghissima, è caratterizzata da formazioni di rocce metamorfiche (*scisti cristallini*) intensamente corrugate ed associate a masse intrusive ed effusive.

I terreni arcaici, formatisi durante questa êra ed emersi in età successive, costituiscono l'ossatura dei più antichi massicci continentali e dei nuclei di grandi sistemi montuosi antichi (Bretagna, Altopiano Centrale francese, Germania, India, Boemia ecc.) e anche recenti, essendo stati spostati a grandi altezze da posteriori movimenti della crosta terrestre (Montagne Rocciose, Ande, Himalaia, Alpi). Si divide in due periodi, inferiore o *Archeano* e superiore o *Precambriano* o ***Algonchiano*** (da Algonchini, popoli attorno alla Baia d'Hudson).

Le rocce intrusive profonde dei terreni arcaici racchiudono per lo più minerali metalliferi (oro, platino, rame, stagno, argento ecc.); i terreni arcaici poco fertili, ed offrono materiali da costruzione e, in alcune regioni, pietre preziose (diamanti, zaffiri, smeraldi).

L'*Èra Paleozoica o Primaria* ha terreni discordanti rispetto ai sottostanti, formati da rocce scistose, calcaree, arenacee ecc., in generale poco metamorfosate.

Nel complesso, l'Èra Paleozoica è stata lunghissima e nel corso di essa si ebbero notevoli mutamenti nella distribuzione delle terre e dei mari, con estensione delle terre artiche e la supposta presenza di un grande continente australe (*Terra di Gondvana*, dal nome di un territorio indiano), che avrebbe legato l'Africa al Brasile, all'India, all'Australia. Fra le due masse continentali si sarebbe interposto un mediterraneo tropicale, a cui fu dato il nome di *Tetide*.

Durante l'Èra si ebbero anche due corrugamenti orogenetici: uno *Caledoniano* (dall'antica Caledonia, oggi Scozia), che nei primi periodi dell'Èra interessò le parti settentrionali dell'Europa e dell'America; l'altro *Ercinico* (dagli Ercini, nome antico dei rilievi della media Germania) più generale, che si manifestò negli ultimi periodi dell'Èra e interessò le parti centrali e meridionali d'Europa, d'Asia, d'America del Nord, estendendosi all'Australia e all'Africa del sud, con grandiose ed intense manifestazioni eruttive e tracce di una estesa invasione glaciale, sopratutto nell'Emisfero australe.

La lunghissima Èra Paleozoica è suddivisa in cinque periodi, dei quali i tre primi: ***Cambriano*** (da Cambria, antico nome del Paese di Galles), ***Siluriano*** (dai Siluri, antico popolo dell'Inghilterra), ***Devoniano*** (dalla Contea di Devon, in Inghilterra), hanno caratteri distintivi dai due ultimi: ***Carbonifero*** (chè contiene carbon fossile) e ***Permiano*** (dalla provincia russa di Perm).

L'*Èra Mesozoica* o *Secondaria*. — L'Èra Secondaria si distingue dalla precedente, per condizioni geografiche, climatiche e biologiche diverse.

Predominano le ***rocce calcaree*** d'origine marina a tinte chiare, di grande estensione e notevole potenza; limitate invece sono le rocce vulcaniche e la stratigrafia è di solito concordante; caratteri tutti che indicano, in questa Èra, uno stato prevalente di quiete nella crosta terrestre.

Durante il Mesozoico prevalse però un lento movimento di sommersione che smembrò, con fasi alterne, i grandi continenti che si erano formati alla fine del Paleozoico, persistendo lo stretto mediterraneo tropicale (la *Tetide*) e l'unione dell'Australia al Continente asiatico.

L'Èra Secondaria si divide in tre periodi: ***Triassico*** (distinto in tre piani), ***Giurassico*** (dal Giura Svizzero), e ***Cretacico*** (perchè contiene la « creta » franco-inglese).

L'*Èra Cenozoica* o ***Terziaria*** fu più breve delle precedenti e quest'Èra si distacca nettamente dalla Mesozoica per una profonda rivoluzione nella costituzione

e giacitura dei terreni. Predominano depositi di rocce clastiche d'origine terrestre (conglomerati, arenarie, sabbie, argille), insieme a materiali vulcanici.

A differenza del Secondario, il *Terziario*, fu un'Èra di forti movimenti della crosta terrestre, accompagnata da risveglio di attività vulcanica, e in cui sorsero i principali sistemi montuosi attuali del Pacifico e del Mediterraneo.

Per i caratteri paleontologici e per le differenze dei climi il Terziario si può dividere in quattro Periodi: *Eocene* (aurora dei terreni recenti), *Oligocene* (poco recente), *Miocene* (recente medio), e *Pliocene* (più recente).

L'*Èra Neozoica* o *Quaternaria* si stende dalla fine del Pliocene all'Attualità e in essa compare l'uomo.

Continua il corrugamento delle catene terziarie, che presenta localmente notevole entità e i cui rilievi furono morfologicamente ringiovaniti da questo sollevamento che raggiunse, nelle Alpi, negli Appennini, nell'Himalaia, fino i 2500 m.

Il fenomeno più saliente, con cui si apre l'Èra Neozoica, è dato dalla grande glaciazione o *invasione glaciale quaternaria*, esplicatasi con almeno tre ripetute espansioni dei ghiacciai, per un periodico raffreddamento del Globo; durante le

Fig. 47. — Estensione dei ghiacciai del Quaternario nella fase di massima espansione.

quali le medie di temperatura atmosferica diminuirono di almeno 5° C, con abbassamento notevole dei limiti inferiori delle nevi perpetue. Fra le espansioni glaciali si ebbero dei periodi *interglaciali* a clima caldo-secco, con ritiro delle masse gelate. Tali invasioni glaciali hanno plasmato le più alte regioni montuose e si sono estese, con due immense calotte glaciali sull'Europa, sul Canadà (fig. 47) e sulle più alte catene montuose.

I terreni quaternari sono dati, in buona parte, da materiali alluvionali (ciottoli, ghiaie, sabbie di non grande potenza, ma di grande estensione), che ricoprono e livellano le formazioni precedenti, costituendo i terreni superficiali di molte regioni, di valore economico speciale, come *terreno agrario*.

Per i suoi depositi e per i caratteri della flora e della fauna, questa Èra si divide in due Periodi: *Diluviale* o *Pleistocene* (con estese glaciazioni) ed *Alluviale* od *Olocene* (con condizioni d'ambiente simili alle attuali).

BIBLIOGRAFIA

S. Günther: *Entdeckungsgeschichte und Fortschritte der wissenschaftliche Geographie in 19° Jahrhundert*. Berlin, 1902.

G. Dalla Vedova: *Scritti geografici*. Novara, 1914.

G. Marinelli: *Metodo e storia della Geografia*, Vol. I degli « Scritti Minori ». Firenze, 1908.

O. Marinelli: *Del moderno sviluppo della Geografia fisica e della Morfologia terrestre*, « Boll. R. Soc. Geografica Italiana ». Roma, 1908.

A. R. Toniolo: *L'antropogeografia negli odierni suoi problemi, nella sua partizione, nei suoi limiti*. Pisa, 1914.

R. Almagià: *La Geografia*. Roma, Guide ICS, 1919.

C. Vallaux: *Les sciences géographiques*. Parigi, 1919.

A. Hettner: *Das Wesen und die Methoden der Geographie*, « Geographische Zeitschrift ». Lipsia, 1905.

Lockyer-Celoria: *Astronomia*. Milano, Manuali Hoepli.

Porro F.: *Manuale di Cosmografia*. Bologna, 1926.

A. L. Andreini: *Problemi di Geografia matematica elementarmente risolti*. Livorno, 1904.

H. Wagner: *Trattato di Geografia generale*, Vol. I. Torino, 1911.

E. De Martonne: *Traité de Géographie Physique*, Vol. II, cap. I. Parigi, 1926.

O. Marinelli e L. Ricci: *Guida metodica per l'Atlante Scolastico di Geografia Moderna di O. Marinelli*. Milano, 1914.

A. Ferrari: *La lettura delle carte topografiche*. Milano, Manuali Hoepli.

G. Del Fabbro: *Manuale di Topografia per pratica e per studio*. Milano, Manuali Hoepli.

G. Del Fabbro: *Disegno topografico*. Milano, Manuali Hoepli.

B. C. Wallis: *Essentials of practical Geography*. Londra, 1918.

A. Mori: *La cartografia ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*. Roma, 1922.

F. Parona: *Trattato di Geologia*. II Ed., Milano, 1928.

E. Haug: *Traité de Géologie*. Parigi, 1927.

PARTE SECONDA

GEOGRAFIA FISICA

CAP. VIII.

I GRANDI LINEAMENTI DELLA TERRA

§ 41. — COSTITUZIONE GEOCHIMICA DEL GLOBO TERRESTRE. - Il valore della densità complessiva del Globo terrestre, derivato dalla gravitazione universale, è di 5,52 rispetto all'acqua; mentre la densità media delle rocce, che ne costituiscono la crosta esterna, si aggira fra 2,7 - 2,8. Ne consegue che negli strati profondi la densità deve avere valori molto più elevati; e poichè fra le sostanze naturali note, solo i metalli hanno densità maggiori di 5,5, questi, e principalmente il ferro (dens. 7,9), dovrebbero costituire la maggior parte del nucleo terrestre (Ferro 88%, Nichel 6-10%, e ancora Cromo, Fosforo, Cobalto, Platino ecc.).

Non sappiamo fino a quale profondità si estendano le rocce della crosta terrestre affioranti alla superficie, giacchè se le maggiori profondità raggiunte con i pozzi di miniera non superano i 2000 m., i materiali accessibili si riferiscono a non più di una ventina di chilometri di spessore medio. Ma misure gravimetriche e osservazioni sismiche fanno supporre, che fra i 60 e i 20 km. di profondità, si abbia un salto di densità, che poi si ripeterebbe intorno ai 1200 km. e ancora ai 2900 km. di profondità (raggio medio terrestre km. 6367).

Tali salti potrebbero dipendere da mutazioni di struttura fisico-chimica delle rocce costituenti l'interno della Terra, quali in piccola scala si riproducono oggi nelle operazioni siderurgiche, dove, negli alti forni, i materiali fluidi si vedono stratificati in questo ordine dall'alto in basso: scorie, minerali, metalli. Si può supporre, per analogia, che entro la Terra si abbiano pure delle zone, caratterizzate dalla prevalenza di silicati, ossisolfuri e metalli, che si sarebbero separati da un originario magma fluido, nel quale si trovavano in equilibrio (Goldschmidt). Ordinando i materiali secondo la temperatura di combinazione dei vari elementi, si può stabilire quale sia stato, durante il progressivo raffreddamento della Terra — presupposta originariamente allo stato fluido — l'ordine di separazione e di solidificazione degli elementi in vari strati concentrici.

Da tali considerazioni deriva l'ipotesi, attualmente ammessa da molti studiosi, che la Terra sia costituita da zone concentriche disposte nel se-

guente modo: al centro si troverebbe un grosso nucleo metallico, del raggio di circa 2000 km., formato in prevalenza di ferro e nichelio a cui si dà il nome di *Nife* (dens. circa 8), rivestito da un involucro di materiali meno pesanti, probabilmente ossidi e solfuri metallici, dello spessore di 1700 km., che viene detto *Osol*, con densità di 5-6; Nife ed Osol formerebbero la *barisfera*. Questa, a sua volta, è rivestita dalla *litosfera*, che sarebbe

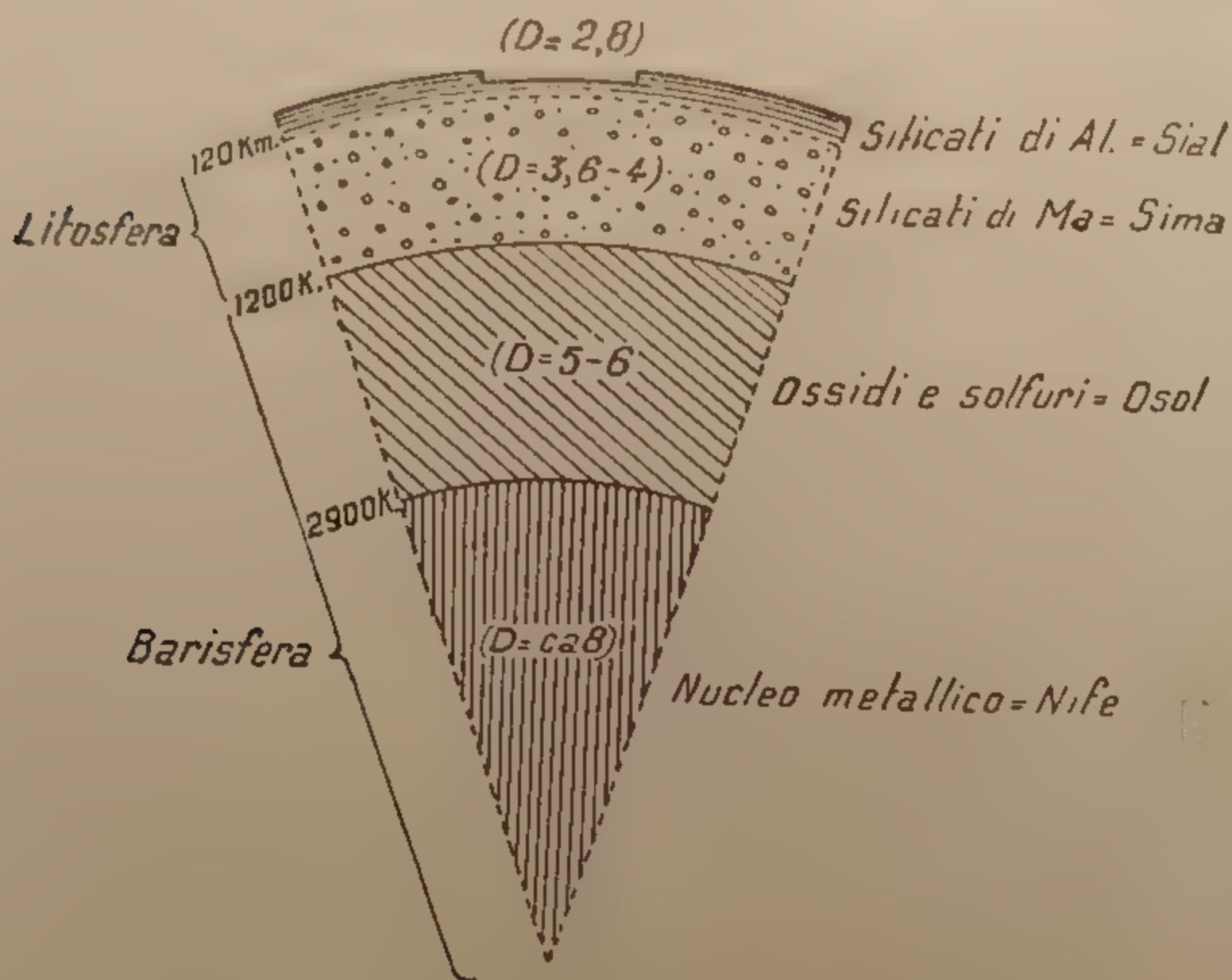



Fig. 48. — Costituzione geochimica della Terra.

pure formata di due zone di natura diversa: una di ossidi e silicati densi di magnesio, ferro e calcio (*Sima*, tipo basalto, dens. 3-4) e l'altra, la *crosta terrestre* non continua, di silicati ed ossidi leggeri di alluminio, potassio e sodio (*Sial*, tipo granito, dens. 2,8); al di sopra della quale appoggerebbero le rocce sedimentarie, derivate dal disfacimento di rocce eruttive (fig. 48).

Siccome la temperatura di liquefazione cresce con la pressione, è da supporre che così il nucleo interno (*Nife*), come la zona media (*Osol*) si trovino ambedue allo stato vetroso (non fluido, bensì rigido, per l'enorme pressione), per cui le discontinuità accertate corrisponderebbero a mutazioni di costituzione chimica; il salto nella rigidità fra le due zone della litosfera, invece potrebbe corrispondere al limite fra uno stato vetroso (*Sima*) ed uno cristallino soprastante (*Sial*).

I due involucri della litosfera, avrebbero diverso sviluppo verticale. Le misure di gravità indicano che il *Sial*, meno denso, con spessore variabile, si stenderebbe massimamente sotto i continenti, che sarebbero ammassi di *Sial*, fino a 30-60 km. di profondità; mentre il *Sima* più denso

come mostra l'eccesso di gravità nelle aree oceaniche — emergerebbe al fondo dell'Oceano Pacifico e si troverebbe a 20 km. di profondità sotto l'Atlantico. *Sial* e *Sima* si comporterebbero fra loro in equilibrio idrostatico, come galleggiante e fluido sostentatore, inteso con riferimento ad equilibri non di brevi intervalli, come nei fluidi ordinari, bensì ad equi-

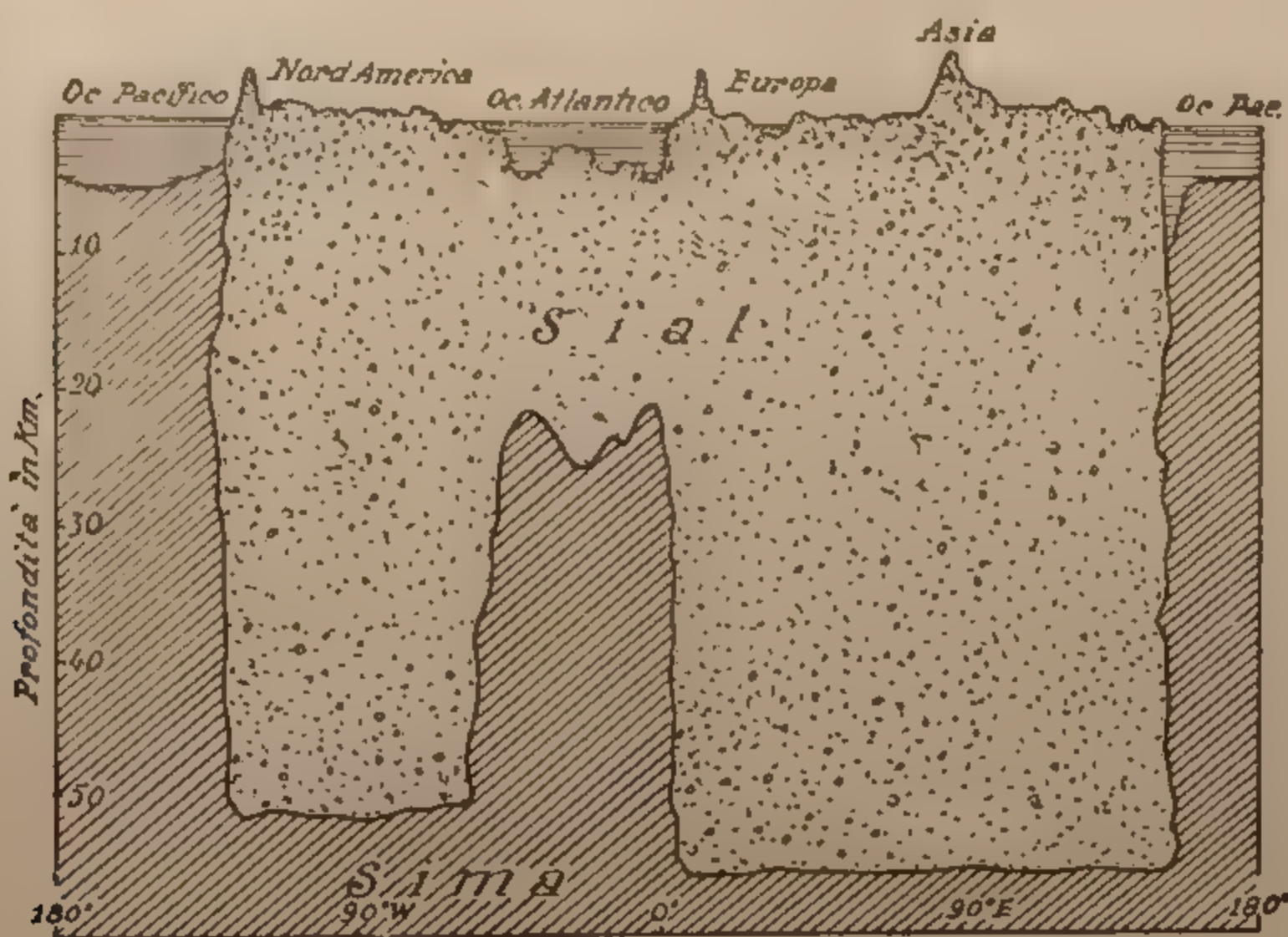



Fig. 49 — Sezione schematica della litosfera.

libri determinati nel corso di epoche geologiche, cioè variabili lentamente solo nei secoli, per i continui trasporti di materiale da un punto ad un altro della superficie della Terra, ai quali devono corrispondere movimenti di masse entro la litosfera, perchè la Terra nel suo complesso, come corpo celeste, si comporta in perfetto equilibrio meccanico (*teoria isostatica*) (fig. 49).

§ 42. — Magnetismo terrestre. — Attorno alla Terra esiste un campo di forze magnetiche, la cui origine è in massima parte dovuta alla massa ferro-nichelio del nucleo terrestre, ma che nella sua distribuzione e variazione è legato ai fenomeni della radiazione solare (macchie solari), a quelli dell'alta atmosfera (elettricità atmosferica) e alla natura delle rocce, che costituiscono localmente la crosta terrestre.

La Terra, nel suo complesso, si comporta come una calamita, i cui poli magnetici non coincidono con quelli geodetici della Terra, ma si trovano: quello boreale a 70° 30' lat. N e 97° long. W di Gr., nella Penisola di Melville sull'alto Canadà, quello australe circa a 73° 30' lat. S e 146° long. E di Gr., nella Terra Vittoria dell'Antartide. Le linee di forza, che uniscono i due poli magnetici, e secondo le quali si dispone l'ago calamitato della bussola, hanno un andamento assai irregolare sulla superficie terrestre e presentano variazioni di intensità diurna ed annua, così sul piano orizzontale (*declinazione magnetica*), come su quello

verticale (*inclinazione magnetica*) per cui il nord della bussola fa un certo angolo col meridiano terrestre, angolo che per ogni località varia con differenza annua, positiva o negativa, nota e calcolabile.

In Italia la declinazione magnetica, rispetto al meridiano locale, andava (1932) da 3° 6' ad ovest di Otranto e 8° 37' ad ovest di Ivrea, con diminuzione di circa 5' all'anno e la cui conoscenza è indispensabile per la navigazione marittima e aerea, onde poter riconoscere il nord vero da quello segnato dalla bussola.

Vi sono inoltre numerose anomalie locali che sembrano legate non solo alla costituzione geologica del sottosuolo, ma anche a certe dislocazioni tettoniche.

Burrasche magnetiche, con rapide oscillazioni di intensità e direzione delle linee di forza magnetica, si hanno in relazione con periodi di intense macchie solari e col fenomeno di luminosità elettro-magnetica delle *aurore boreali*, che si manifestano alle alte latitudini attorno ai poli magnetici con una fascia di massima frequenza nell'Emisfero boreale, fra il 60° e l'80° di lat. N. e in quello australe in due zone fra il 50° e il 40° di lat. S.

§ 43. — Ripartizione orizzontale della crosta terrestre. — Le aree della superficie della Terra si possono distinguere in: *massicci continentali, bacini oceanici, piattaforme continentali* e *geosinclinali* (fig. 50).

a) I *massicci continentali* sono zone che, (dopo esser state intensamente corrugate) per lunghi tempi geologici, furono sottoposte soltanto a uniformi e generali moti *epirogenetici* di sollevamento, sono le zone fra le più stabili della Terra e sulle quali la lunga azione degli agenti esterni ha determinato un ampio asporto degli antichi terreni. Sono antichi massicci continentali la Regione baltica, la Siberia nord-orientale e la Mongolia, l'Africa centrale, il Deccan e parte del Madagascar (lemuriano) l'Australia occidentale, la Patagonia (fueghino), il tavolato canadese attorno alla Baia di Hudson, il Brasile (amazoniano) ecc.

b) I *bacini oceanici* sono aree dotate di molta stabilità e forse di permanente depressione, coperte dalle acque e con forme assai più semplici di quelle delle terre emerse.

c) Le *piattaforme continentali* sono costituite da bassipiani e bassifondi sull'orlo fra i massicci continentali e i bacini oceanici, fino a circa 200 m. di profondità, dove prende inizio un ripido declivio dal continente al mare (*scarpata continentale*). Esse sono geologicamente soggette a movimenti secolari oscillatori di *ingressione marina* e di *emersione*, a carattere regionale, e quindi alternativamente sottoposte a sedimentazione e a denudazione.

d) Le *geosinclinali* sono estese fasce della crosta terrestre, dotate di una speciale mobilità geologica in senso verticale ed orizzontale, con potenti sedimentazioni anche di mare profondo, durante il tempo dell'immersione in mare, mentre i sedimenti sono interrotti (*trasgressione*) durante il periodo di emersione. I loro movimenti, geologicamente rapidi, modificano la forma e la giacitura originaria dei depositi (pieghe, fratture ecc.) e sono portati quindi ad emergere come catene montuose a pieghe. Esempi di geosinclinali ancora in atto si trovano lungo le coste dell'Oceano Pacifico e dell'Oceano Indiano e lungo il bacino del Mediterraneo, con equilibrio instabile, attestato da forti anomalie di gravità e dall'alta sismicità delle zone stesse (fig. 50).

Fig. 5 - Ghiacci galleggianti della banchisa polare

Fig. 6 - Marosi e frangenti sulla Riviera Ligure di Ponente

Fig. 7 - Strato-cumoli in Val d'Aosta

Fig. 8 - Nembi sopra Tripoli

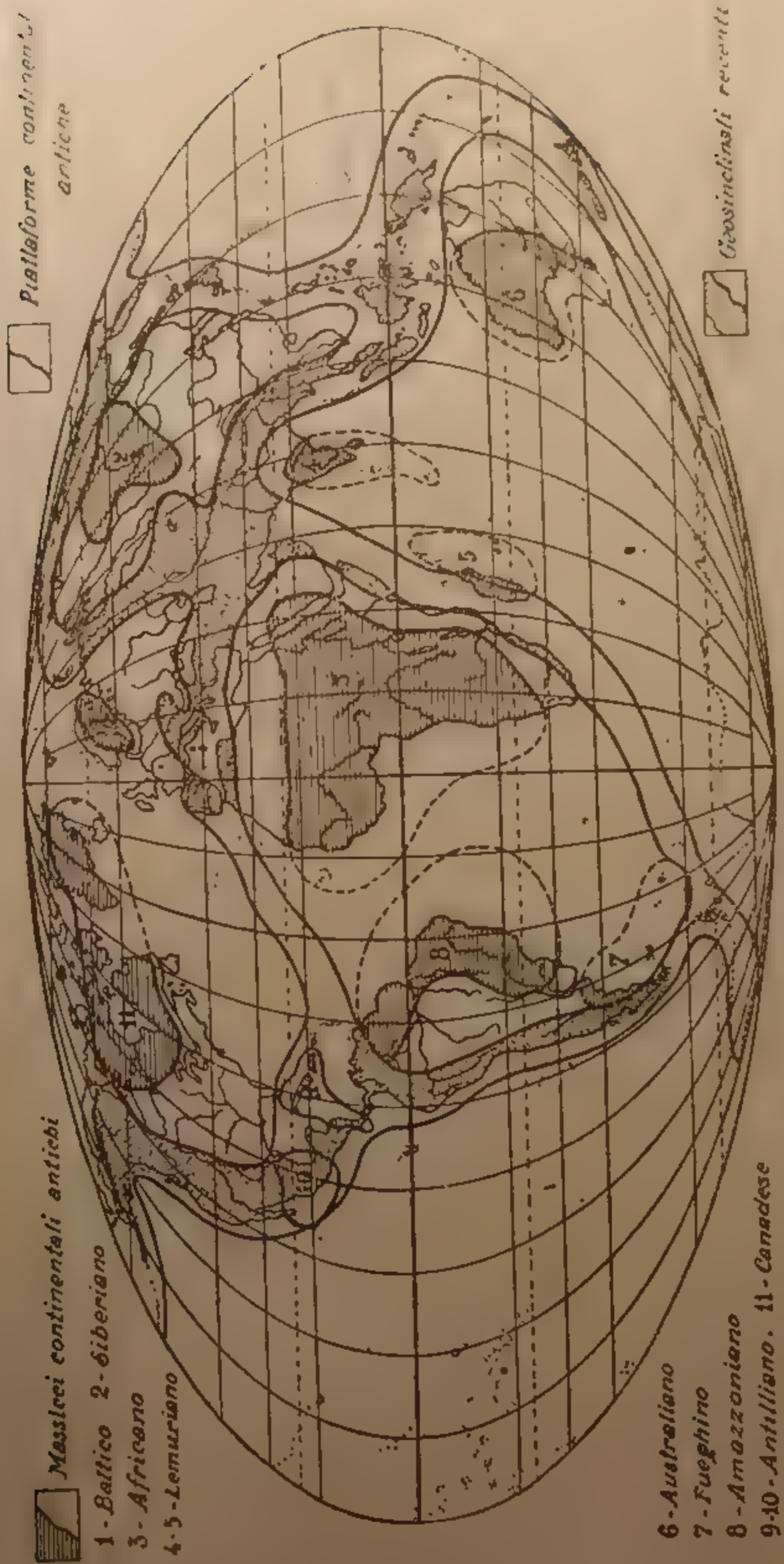



Fig. 50 — Massicci continentali e geosinclinali recenti (secondo Haug)

La potenza dei sedimenti nelle geosinclinali è grande: nella geosinclinale renana si calcolano a 6000 m i depositi del Paleozoico; nel bacino del Donez si valuta a 12 km lo spessore dei depositi del Carbonifero. Ciò non significa che originariamente si avessero fosse di tale profondità, bensì si deve ammettere, che dette fosse siano andate abbassandosi di pari passo col processo di sedimentazione, durante il quale le masse sedimentarie venivano in profondità ripiegate, per forze tangenziali, e poi risollevate quali montagne a pieghe.

Le geosinclinali hanno grande importanza tettonica, perchè sono la culla dove si formarono tutti i grandi sistemi montuosi a pieghe (E. Haug, 1861-1927).

§ 44. — Teoria della deriva dei continenti. — Partendo dal principio dell'*isostasia* (*Sial* in equilibrio idrostatico secolare sul *Sima*), il Wegener (1880-1930), con un complesso di argomenti geologici e paleontologici e con una ipotesi assai geniale, se non in tutto comprovata, risolve il problema della permanenza dei massicci continentali e dei bacini oceanici; permanenza contraddetta da alcuni fatti di analogie di flora e di fauna su continenti oggi separati da oceani aperti, e per spiegare le quali bisognerebbe ammettere la presenza, almeno temporanea, di ponti continentali.

La teoria della *deriva dei continenti* del Wegener ammette, che i massicci continentali siano stati, un tempo, riuniti fra loro in un solo blocco (*Pangea*), circondato da un unico oceano. A metà dell'Êra secondaria, nel Periodo Giurese, in questo blocco si sarebbero formate delle fratture, che l'avrebbe scisso in parti e queste, poco per volta, si sarebbero scostate dall'originaria posizione.

Le prove di queste fratture si cercano nell'analogia dei contorni còstieri dei continenti contrapposti, specie nel parallelismo delle sponde dell'Atlantico. Il massiccio Sud-americano, si sarebbe scisso durante il Cretacico e la spaccatura si sarebbe aperta, man mano, verso settentrione, dando origine all'Oceano Atlantico. Il distacco del Continente settentrionale si sarebbe completato all'inizio del Quaternario, durante il quale sarebbe crollata l'ultima barriera, che legava il chiuso anello continentale attorno al Polo Nord; in conseguenza le correnti marine calde avrebbero raggiunto e disciolto i centri di glaciazione della Scandinavia e dell'Alasca, ponendo fine al periodo glaciale del Quaternario.

Gli altri continenti si sarebbero staccati nel seguente ordine: l'Antartide durante il periodo Giurese, l'Australia nel Cretacico; l'India Meridionale infine, già collegata al blocco Africa-Madagascar-Australia, si sarebbe scissa nel Terziario, e per delle torsioni e spostamenti verso la fascia equatoriale, che avrebbero accompagnato la prevalente deriva verso occidente, si sarebbe girata verso la fossa Mediterranea (*Tetide*), dove ora sorgono i grandi massicci montuosi euro-asiatici (fig. 51).

Questi movimenti di deriva di masse continentali di *Sial* entro le sottoposte e più dense zone di *Sima* avrebbero determinato, sulla fronte anteriore di ogni massiccio, la formazione di grandi *pieghe affossate* e il sollevamento di catene montuose, quali si osservano sul lato occidentale dei continenti e su quello settentrionale dell'India.

La causa meccanica di questo movimento, che continuerebbe tuttora, sarebbe da ricercarsi nella spinta delle masse continentali verso l'Equatore, in dipendenza delle azioni combinate della gravitazione e della rotazione terrestre; forze deboli ma continue, che possono determinare effettivi spostamenti secolari. Quale origine poi della prevalente deriva dei continenti verso ovest, si ritiene sia stato lo spostarsi dell'asse terrestre nel corso delle êre geologiche, il quale nel Carbonifero avrebbe avuto il proprio Polo australe nell'Africa del Sud; fattore questo, che fu dimostrato sufficiente, agli effetti ricordati (Schweidar).

Comunque sia, sembra possibile che in alcune êre geologiche, il ritmo dei pro-

cessi evolutivi della crosta terrestre fosse più accelerato dell'odierno, cosicchè essi avrebbero operato con una intensità diversa dell'attuale, plasmando la superficie della Terra non in modo continuo, ma con andamento ora lento, ora rapido, ora anche a scatti, per la tendenza del solido terrestre di rimanere in un equilibrio

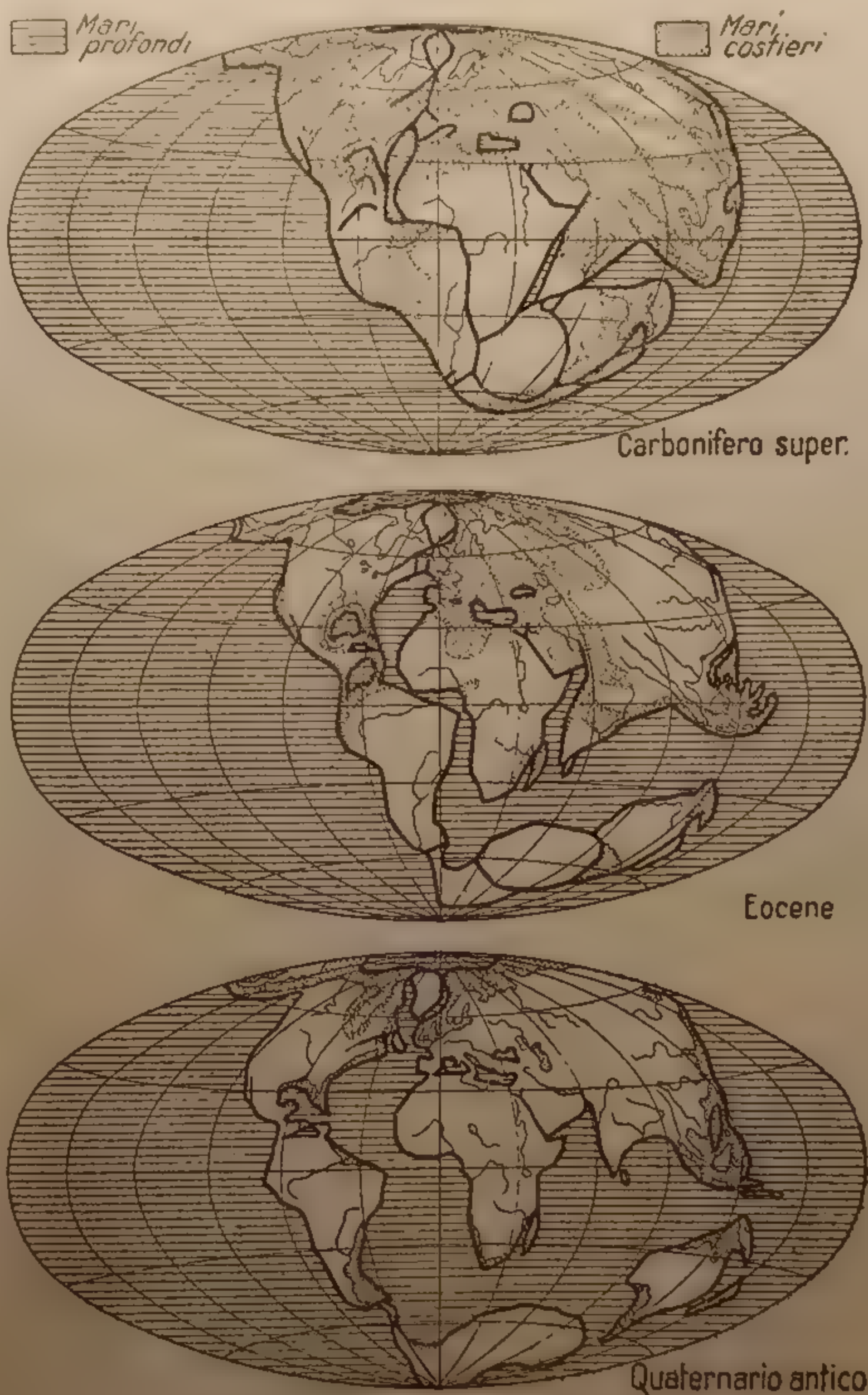



Fig. 51. — Deriva dei continenti, secondo Wegener.

raggiunto fino a tanto che non sono radicalmente cambiate le condizioni che l'hanno determinato, nel qual caso bruscamente si adatta al nuovo equilibrio. Ciò potrebbe dar ragione delle rapide mutazioni che si osservano nelle flore e nelle faune fossili.

§ 45. Distribuzione attuale delle terre e delle acque. — La superficie della Terra (kmq. 510 milioni circa) si divide in due parti: *acque* (kmq. 361 mil.) e *terre emerse* (kmq. 149 mil.); le quali ultime rappresentano appena il 29,2 %, poco più di un quarto dell'area totale.

Le terre tendono a raggrupparsi in grandi masse, nei così detti continenti, che restano però separati gli uni dagli altri; mentre le acque, pur formando diversi oceani, costituiscono una massa liquida intercomunicante, attorno alle terre emerse.

L'attuale distribuzione delle terre e dei mari non corrisponde alla distinzione fra massicci continentali e bacini oceanici, bensì i continenti e le isole che ne dipendono si estendono anche su molta parte delle piattaforme continentali e si raggruppano in quattro masse principali. L'*Antico Continente* si stende per complessivi kmq. 84 mil., e comprende l'Africa, l'Asia e l'Europa, le quali ultime due parti non sono nettamente separate fra loro, cosicchè si indicano spesso coll'unico nome di *Eurasia*. Il *Nuovo Continente* comprende l'America del Nord e l'America del Sud; diviso nettamente in due parti, ma collegate dallo stretto istmo di Panamà e misuranti insieme un'area di complessivi kmq. 42 mil.; il *Continente Nuovissimo* (l'Australia) è di kmq. 9 mil.; infine l'*Antartide*, al Polo sud, si calcola di 14 mil. di kmq.

Fig. 52. — Distribuzione delle terre agli antipodi.

Vi è poi una specie di continenti ed oceani, essendo i primi raggruppati nell'emisfero boreale (*emisfero continentale*), dove formano una cintura attorno all'Oceano Glaciale (Europa, Asia, America Settentrionale), interrotta in epoche geologicamente recenti, ma della quale rimane traccia nelle soglie sottomarine allo Stretto di Bering, fra Asia e America del Nord, nello Stretto di Davis, fra questa e la Groenlandia, nel Canale di Danimarca fra la Groenlandia e l'Islanda e nelle Is. Faröer fra l'Islanda e la Scozia. Invece, nell'emisfero australe, attorno al Polo sud (*emisfero marittimo*) v'è il grande continente dell'Antartide, circondato da oceani e che solo colla Terra di Graham si avvicina al C. Horn dell'America Meridionale.

La massima estensione delle terre emerse si ha attorno al 65° parallelo N, e appena il 28,5% di zona marittima, la quale invece, alla stessa latitudine dell'Emisfero Sud, rappresenta il 96,8%.

Questa ripartizione di terre e di mari è uno dei fatti g[illegible]tanti. Il raggruppamento delle terre nell'Emisfero Nord, e specialmente alle alte latitudini, spiega molti fatti di carattere climatico, di distribuzione di specie simili, vegetali ed animali, su continenti boreali, l'affinità di popolazioni primitive che vivono sull'orlo settentrionale del Continente americano ed euro-asiatico, i rapporti economici e politici fra gli Stati del nostro Emisfero ecc. Fatti tutti questi, che non trovano riscontro nell'Emisfero Sud, dove le terre sono separate fra loro da enormi estensioni di oceano.

Questa contrapposizione si nota pure nella posizione reciproca di oceani e continenti, in modo che agli antipodi di una regione terrestre si trova di regola il mare (*legge degli antipodi*) (fig. 52).

Omologie geografiche, cioè similitudini di forme, si hanno invece sulle due sponde dell'Atlantico, che presentano un particolare parallelismo, sporgendo la sponda occidentale dove rientra quella orientale e viceversa, nonchè nel raggruppamento della massa settentrionale (America Sett., Eurasia) espansa verso le maggiori latitudini, e una meridionale terminante in penisole triangolari verso sud, masse che sono separate da una serie di mari interni (G. del Messico, Mediterraneo e Mar Rosso).

Diamo un prospetto delle dimensioni dei continenti e degli oceani.

		Superficie in milioni di kmq.	Altezza med. sul liv. mare in m.
Continenti	Europa	10,05	340
	Asia	44,01	960
	Africa	29,8	750
	America del Nord	24,1	720
	America del Sud	17,8	590
	Australia	8,9	340
	Antartide	14,0	2200 (?)
	Terre emerse	*148,8*	*875*

		Superficie in milioni di kmq.	Profondità med. sotto liv. mare in m.
Oceani	Oceano Pacifico	180,0	— 4030
	» Atlantico	106,0	— 3330
	» Indiano	75,0	— 3900
	Acque	361,0	— 3800

§ 46. — Distribuzione dei rilievi e depressioni sulla superficie terrestre. — I rilievi subaerei e subacquei non rappresentano che piccole rugosità della superficie terrestre. Per apprezzare il valore di queste irregolarità, bisogna compararle colla superficie ideale del geoide, data dalla superficie degli oceani. La cima più alta del mondo si trova in Asia (M. Everest, nel massiccio dell'Himalaia) ed è a m. 8882; la massima profondità si trova sul lato orientale dell'Oceano Pacifico a m. — 10.794 (Fossa « Emden » a oriente delle I. Filippine). La differenza di oltre 19 km. rappresenta appena [illegible] del raggio medio terrestre.

Per conoscere la media ripartizione delle aree alle varie altezze o profondità sulla superficie terrestre, si distribuisce, in un sistema di rappresentazione cartesiana, lungo l'asse delle ascisse i valori delle aree delle masse continentali e oceaniche, alle rispettive altitudini, le quali sono segnate sull'asse delle ordinate. Si ottiene in questo modo la così detta *curva ipsografica* dell'intera superficie terrestre, che rappresenta, in forma intuitiva, la distribuzione media delle aree continentali e marittim alle varie altitudini e profondità (fig. 53).

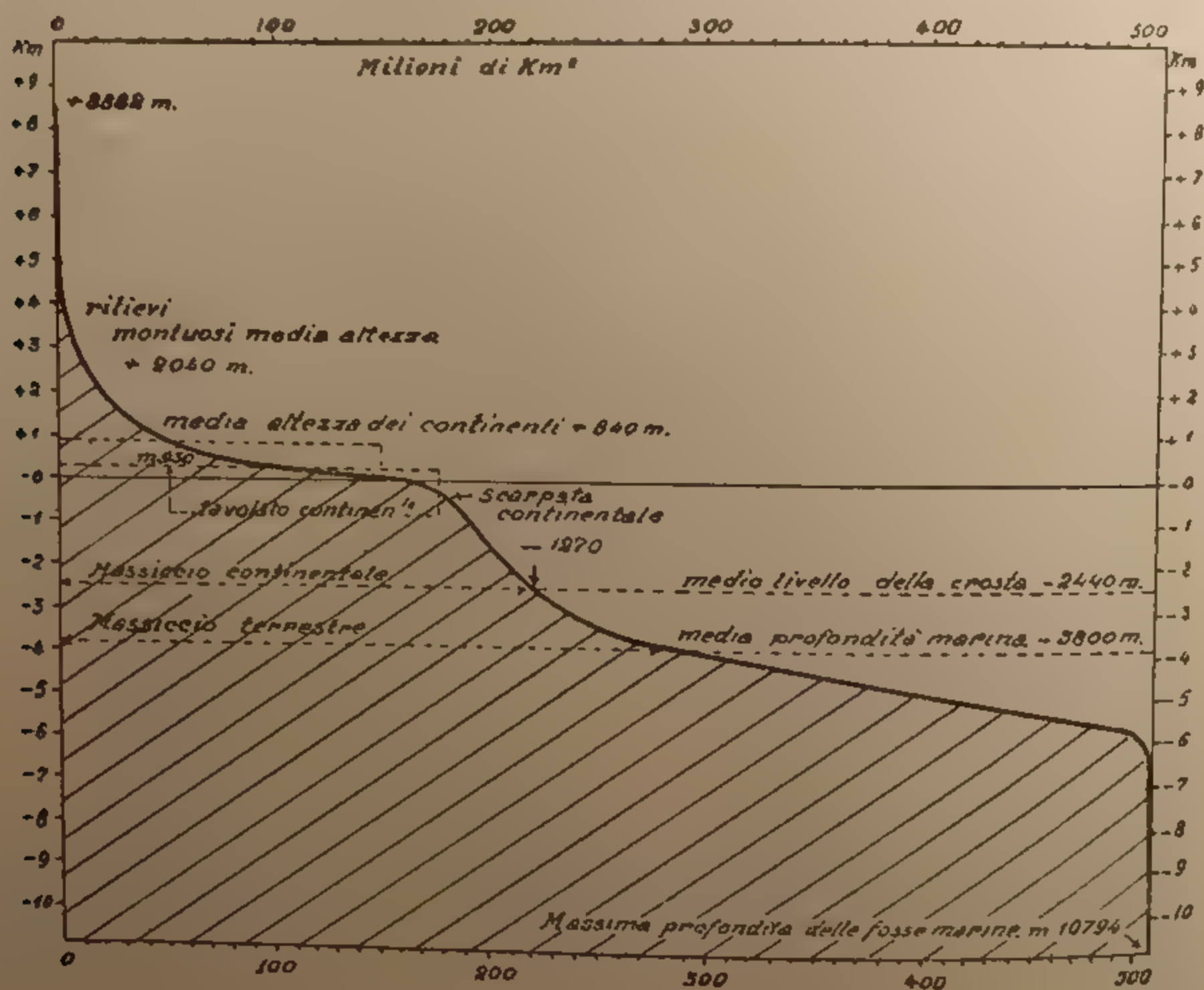



Fig 53. — Curva ipsografica della superficie terrestre.

Dall'esame della figura risulta, che l'altezza media dei continenti è di m. 840, la profondità media degli oceani di −3800 m. Sui continenti prevalgono le deboli altitudini, inferiori ai 1000 m. s. m.; le grandi altezze non formando che percentuali molto piccole della superficie terrestre. Abbiamo cioè il prevalere dei grandi *tavolati continentali*, costituiti da bassopiani e da bassifondi, i quali vanno da 230 m. sopra livello del mare a −200 sotto, e che occupano da soli quasi la quarta parte dell'intera superficie terrestre. Al di sotto di essi abbiamo le *scarpate continentali* che, con un pendio molto accentuato, scendono dall'isobata di −200 m. a quella di −1300 m. circa e sorreggono i *massicci continentali;* i quali a lor volta si appoggiano su un esteso *pavimento abissale*, che declina fortemente fino a −5400 m. e che rappresenta circa il 42% dell'intera su-

perficie terrestre, mentre le *fosse oceaniche*, come le grandi altitudini, non ne sono che frazioni piccolissime.

Anche costruendo le curve ipsografiche dei singoli continenti ed oceani, risulta dovunque, che le curve delle terre emerse sono più irregolari e nel complesso concave, in confronto di quelle delle cavità sommerse, che invece sono più uniformi e prevalentemente convesse. Evidentemente cause diverse agiscono sulle une e sulle altre: sui rilievi continentali agisce l'azione demolitrice e di trasporto dei materiali, sugli oceani quella di accumulazione di questi materiali, specie sopra la scarpata continentale.

La zona della piattaforma continentale è quella che più interessa la geografia. È la zona di contatto fra l'idrosfera e la litosfera, in continua evoluzione, dove più vari sono i fenomeni fisici e biologici, dove la vita umana è più diversa e la vita economica e sociale più intensa.

§ 47. — Rilievo continentale. — Il confronto delle varie curve ipsometriche dei diversi continenti mette in evidenza i caratteri fondamentali morfometrici di ciascuno di essi. Così all'Europa, che ha un'altezza media di 330 m. e tre quarti della sua superficie sotto i 500 m., cioè prevalentemente pianeggiante e adatta all'insediamento umano, si contrappone l'Africa con un'altezza media di 660 m., di cui un terzo sta fra i 500 e 2500 m., zoccolo roccioso di difficile penetrazione, con una altezza media di 1010 m. ed oltre un terzo sopra i 1000 m., grande massiccio impervio di altipiani; al contrario di quanto avviene nelle Americhe e in Australia prevalentemente pianeggianti.

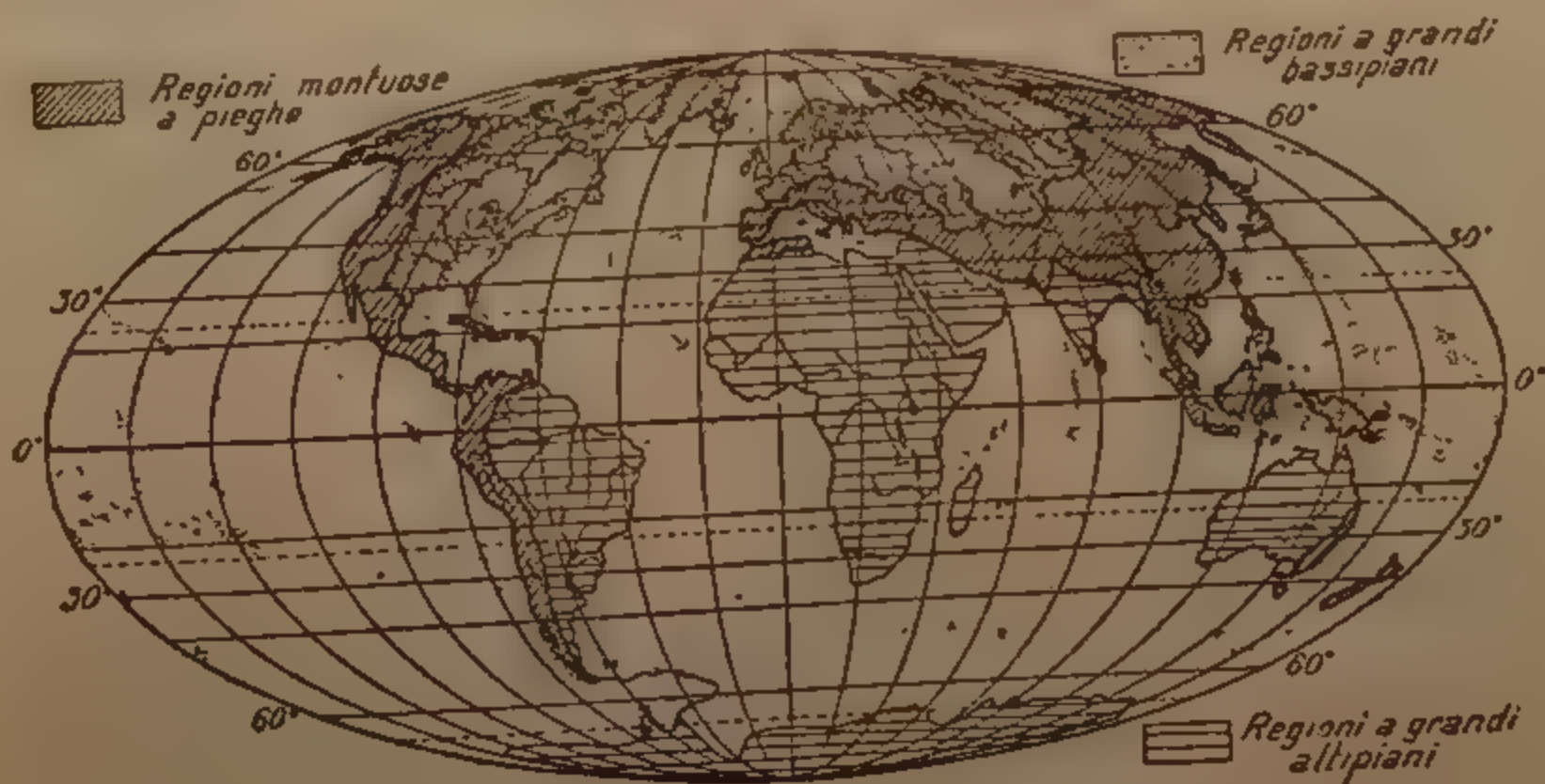



Fig. 54. — Le grandi regioni morfologiche della Terra.

Nella distribuzione dei rilievi sulle terre emerse si nota un evidente ordinamento con determinati caratteri, che dànno luogo a speciali tipi generali, localizzati per grandi *regioni morfologiche*, le quali presentano particolari aspetti di paesaggio.

Così le *regioni montuose a pieghe* sono in genere rispondenti alle

[illegible] nelle parti periferiche dell'Oceano Pacifico, [illegible] denti per tutte le terre continentali le *regioni a bassi rilievi* o a [illegible] [illegible] corrispondono in gran parte alle piattaforme continentali, che predominano nell'Emisfero settentrionale, infine le *regioni ad altissimi* [illegible] soprattutto ai rilievi continentali e predominano *a* [illegible] dei continenti e nell'Emisfero australe (fig. 54).

Ma la irregolarità della distribuzione delle forme elevate e di quelle cave, si presenta ancor più evidente se studiamo la distribuzione dei grandi sistemi dei rilievi continentali e delle fosse oceaniche.

Esistono due grandi *sistemi di rilievi recenti*, in corrispondenza alle geosinclinali della superficie terrestre: uno circumpacifico e l'altro mediterraneo.

Il *sistema circumpacifico* ha un allineamento periferico di catene montuose, con cime da 5000 a 7000 m. di altitudine, e parallelo all'andamento delle coste. Adiacenti ai rilievi del Pacifico vi sono poi grandi fosse marine, profonde da 6000 a 10.000 m., cosicchè sono vicinissimi fra loro dislivelli molto forti, con anomalie di gravità ed alta sismicità.

Il *sistema mediterraneo* ha un allineamento normale al sistema precedente, a cui si riallaccia nel Mediterraneo Americano (Mare delle Antille), per proseguire nel Mediterraneo Romano, nel Golfo Persico, nella depressione Indo-gangetica, fino all'Arcipelago Malese, dove si riattacca al sistema circumpacifico. Anche questo sistema ha grandi altezze, fra i 4 e gli 8000 m., sovraincombenti a depressioni, in parte colmate (pianura padana, pianura gangetica), ed è sede di fenomeni sismici e vulcanici.

Da quanto abbiamo esposto, risultano tre tipi di struttura continentale:

a) *struttura euro-asiatica*, nella quale predominano le pendenze da sud verso nord, essendo il rilievo montuoso principale diretto da ovest ad est ed appoggiato alla parte meridionale del continente, quindi con grandi pianure settentrionali (fig. 55);

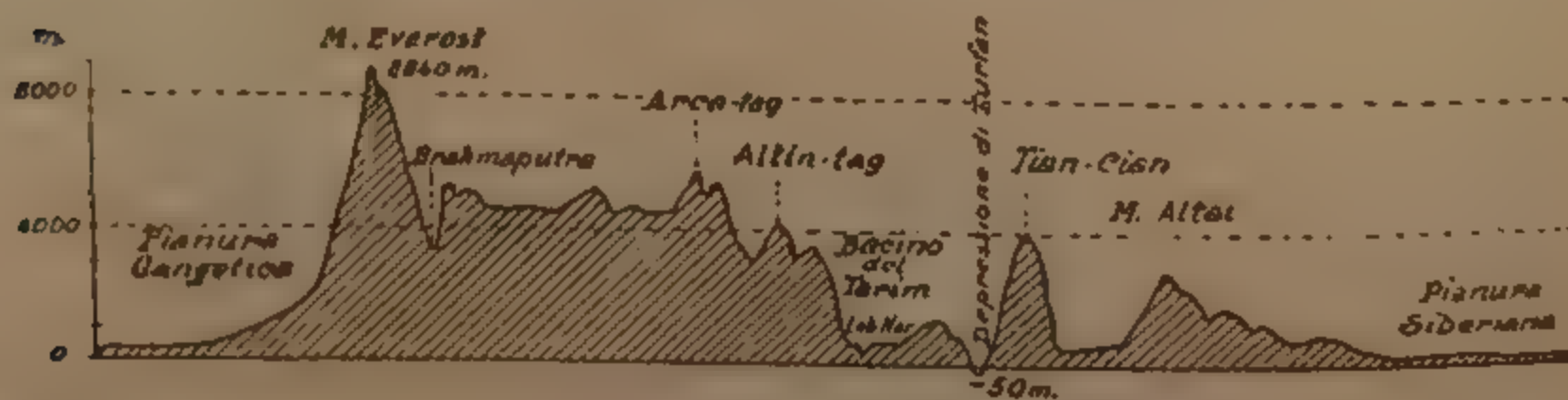



Fig. 55. — Profilo trasversale dell'Asia, dalla Siberia alla pianura Indo-gangetica (altezze esagerate).

b) *struttura americana* con pendenza prevalente da ovest verso est, essendo il rilievo montuoso appoggiato alla parte occidentale del continente e diretto da sud a nord, con estese pianure orientali.

c) *struttura ad altipiano* rilevato sui bordi, come è quella dell'Africa, dell'Australia e della Groenlandia, con conche elevate interne.

In conseguenza di queste strutture, anche i sistemi idrografici sono di-

versi nei vari continenti. Nella struttura euro-asiatica prevalgono i corsi d'acqua diretti da sud verso nord, salvo nell'Asia Orientale, dove in relazione all'andamento del massiccio centrale, sono diretti da ovest ad est; nella struttura americana corrisponde il predominio delle correnti fluviali dirette ad oriente; nella struttura ad altipiani i fiumi sono ad andamento radiale.

Ma mentre in passato si credeva alla presenza, sui continenti, di una continua linea spartiacque fra i bacini defluenti ai vari oceani, oggigiorno si è riconosciuta la presenza di enormi zone continentali interne aride e senza deflusso al mare, che occupano quasi 42 mil. di kmq., cioè più di un quarto delle terre emerse e dei quali 28 mil. di kmq. completamente privi di deflusso, per l'aridità del clima (*zone areiche*), e gli altri con deflusso verso bacini interni, per ragioni orografiche (*zone endoreiche*). Queste zone si stendono, massimamente nell'Antico Continente, attraverso ad una larga fascia, che dall'Africa settentrionale e l'Arabia, si stende a tutti i massicci dell'Asia Centrale e alla Siberia occidentale. L'Africa meridionale e l'Australia occidentale hanno bacini interni più ristretti, entro i fasci di catene del sistema pacifico (fig. 56).

§ 48. — RILIEVO SUBOCEANICO. — La distribuzione delle cavità e dei rilievi sommersi è secondo un disegno assai più semplice di quello delle terre emerse.

Tuttavia si devono distinguere i *mari* propriamente detti, dagli *oceani* aperti. I primi hanno regioni abissali (sotto i −2000 m.) poco estese; molti di essi sono limitati alla piattaforma continentale e lungo l'orlo dei continenti, con numerose isole, e sono largamente comunicanti cogli oceani (*mari costieri*: M. della Cina, del Giappone, delle Antille, M. del Nord ecc.); altri sono profondamente inseriti entro i continenti, e comunicano cogli oceani solo con strette aperture (*mari interni*: Mediterraneo, M. Baltico, M. Rosso ecc.). Negli *oceani* invece le grandi profondità sono molto sviluppate e la piattaforma continentale è assai ridotta.

Ecco alcuni dati relativi a questi tre tipi:

		Area in mil. di kmq.	Prof. media in m.	Regione abiss. %
Mari interni	M. Baltico	0,364	52	0,0
	M. Mediterraneo	2,446	1.400	40,8
Mari costieri	M. d'Irlanda	0,050	80	0,0
	M. del Giappone	0,904	945	0,0
	M. della Cina	3,280	983	21,5
	M. delle Antille	2,643	1.970	59,0
Oceani aperti	Atlantico	78,900	3.920	72,6
	Pacifico	152,440	3.870	88,0
	Indiano	72,250	3.590	87,7

Negli oceani aperti differenze fondamentali si presentano fra il fondo dell'Atlantico e quello del Pacifico. Il primo, che si stende da una zona polare all'altra, presenta, nella sua parte centrale, una serie di *rialti*, fra i —2000 e i —3000 m.,

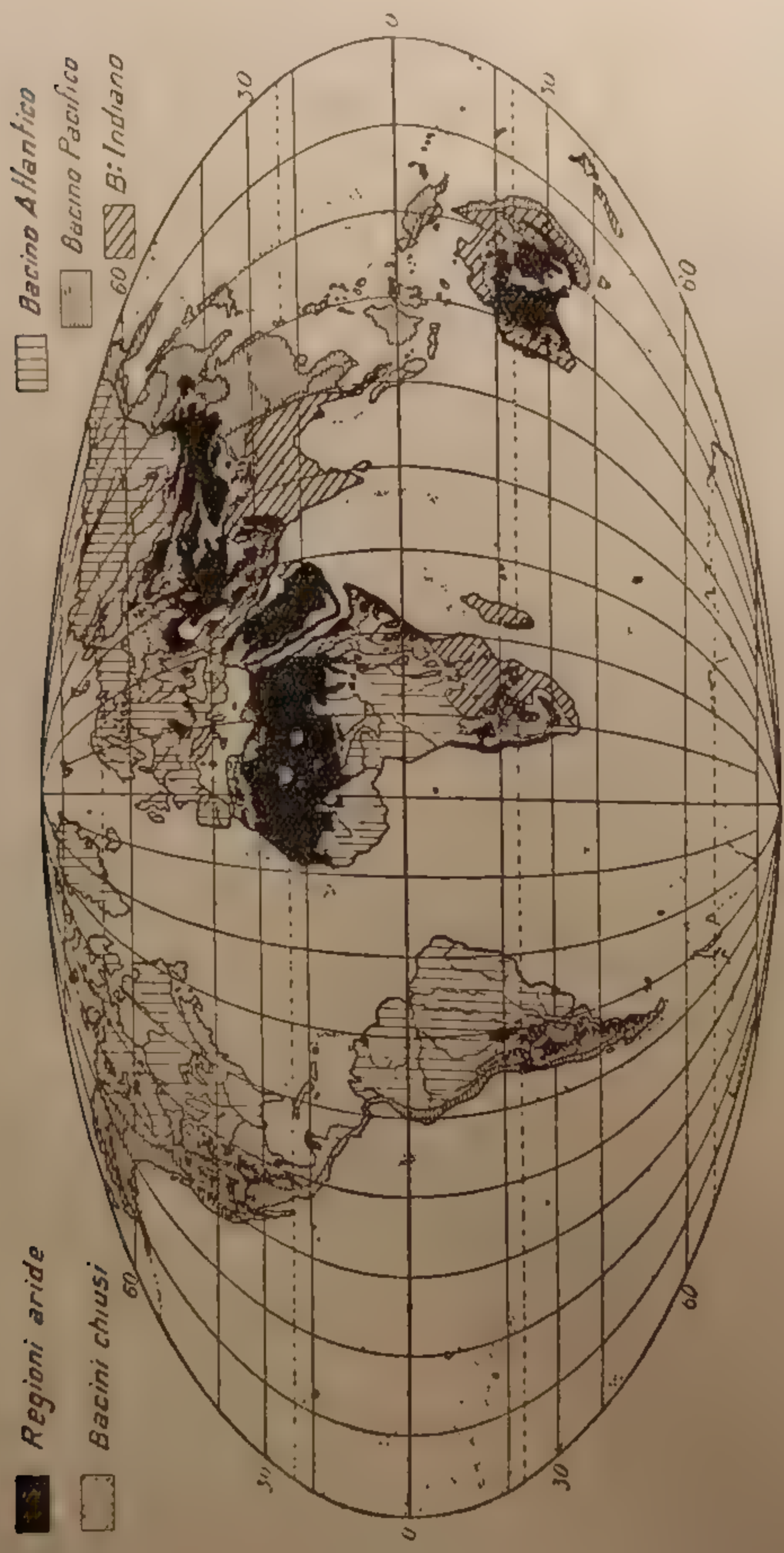



Fig. 56. — Bacini idrografici e bacini interni aridi e chiusi.

su cui si appoggiano isole esclusivamente di origine vulcanica (l'Islanda, le Azzorre, l'Ascensione, Tristan d'Acumba). Ai lati di questi rialti centrali si ha una serie di cavità veramente abissali, fra i —5000 e i —8000 m., con la massima profondità ad oriente delle Antille, dove si scende a m. —8526 presso l'I. di Portorico.

Nelle sue linee generali il Pacifico appare come una enorme conca, che si stende dalle alte latitudini boreali a quelle australi, con aree pianeggianti attorno ai —4000 e —5000 m. e con rialti più o meno accidentati, i quali sostengono tutta la zona insulare vulcanica della Polinesia. Le massime profondità sono però verso le terre emerse, con ristrette fosse, che scendono sotto — 6000 m. ad oriente, e sotto — 8000 m., sul lato occidentale (fig. 57), (massime profondità: Fossa delle I. Marianne — 9788 m., Fossa Emden, nelle Filippine, dove si è misurata nel 1928, la massima profondità del Pacifico di metri — 10.794).

Fig. 57. — Profilo attraverso la Corea, il Giappone e la Fossa delle Is. Curili (altezze esagerate).

L'Oceano Indiano è invece una profonda conca, fra i — 4000 e — 5000 m., (massima profondità m. — 7000 a sud dell'I. di Giava), largamente aperta verso sud e sbarrata completamente attorno alla zona tropicale dal Continente Asiatico; mentre fra il Madagascar e la Penisola Indiana, v'è una serie di rialti che portano le isole, anch'esse vulcaniche, di Riunione, Maurizio, Seicelle, Ciagos, Maldive e Laccadive.

Le forme molli caratteristiche dei fondi oceanici — in contrapposto colle forme accidentate delle terre emerse — sono dovute, oltre che alla protezione della massa d'acqua immobile che le ricopre, anche ai *depositi litorali terrigeni*, che si stendono per 73 milioni di kmq. lungo la scarpata continentale, e a quelli *pelagici* di origine organica e minerale, posti all'esterno di quelli litorali.

La piattaforma continentale — che si estende più o meno largamente all'ingiro dei continenti, fin verso l'isobata di — 200 m. circa, e dove si osservano talora tratti di valli sottomarine prolungamento di quelle continentali — è ricoperta da *depositi terrigeni*, cioè da materiali alluvionali (ghiaie, sabbie, fanghi) trascinati dai continenti e che i moti del mare rimaneggiano, anche a notevoli profondità.

Nei mari tropicali si trovano pure *depositi coralligeni*, dovuti alla demolizione delle scogliere di madrepore. Lungo la scarpata continentale e fino alla profondità di — 3000 e — 5000 m., si hanno *depositi pelagici*, più uniformi e meno abbondanti di quelli terrigeni; dove prevalgono, nei mari tropicali le *argille a globigerine* (128 mil. di kmq.), dovute alla accumulazione di gusci di foraminifere microscopiche, nei mari antartici prevalgono le *argille a diatomee* dovute ad alghe microscopiche; ma la massima parte delle profondità abissali sono coperte da spessori minimi di *argille rosse* (133 mil. di kmq.), dovute alla lenta deposizione e decomposizione di polveri silicee, provenienti dai deserti o dai vulcani, e trasportate dai venti sugli oceani (fig. 58).

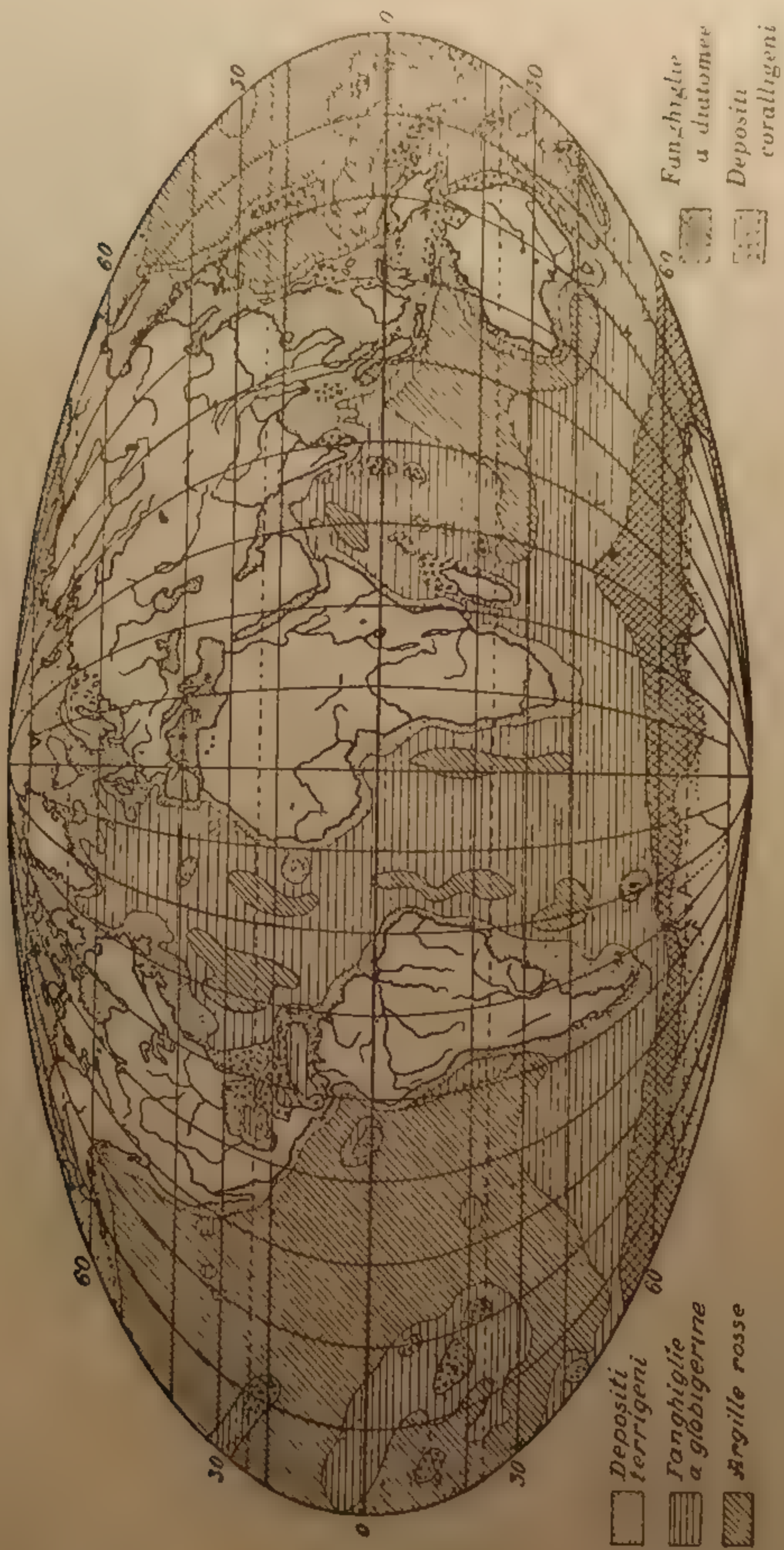



Fig. 58. — Distribuzione dei diversi tipi di sedimenti marini, secondo il Murray

§ 49. — Batimetria. — Per rilevare la forma dei bacini oceanici e la natura e distribuzione dei loro sedimenti, si adoperò — fin dall'antichità — lo *scandaglio*, formato da un corpo pesante (*sonda*) appeso a un [illegible] immerge nel mare finchè non tocca il fondo. Attualmente, e specie per le [illegible] profondità, si adoperano cavi metallici poco estensibili, e il peso, per facilitare la manovra di ricupero, può anche essere abbandonato sul fondo. All'[illegible] sono di solito appesi apparecchi atti a raccogliere campioni [illegible] e strumenti per le misure fisiche dell'acqua del mare alle [illegible].

Di recente sono stati introdotti strumenti basati sulla velocità costante di propagazione e riflessione del suono nel mezzo acqueo [illegible] tivi elettrici particolari, permettono anche la lettura diretta della profondità.

Con i dati ricavati dagli scandagli si costruiscono le *carte batimetriche* a curve di livello, riunenti i punti aventi eguale profondità rispetto alla superficie del mare (*isobate*). Il grado di precisione di queste carte dipende dalla frequenza degli scandagli eseguiti su una determinata area. Data però la maggiore uniformità del rilievo sottomarino rispetto a quello emerso, possono aversi buone carte batimetriche, anche con un numero di punti scandagliati assai minore di quelli topografici necessari per ottenere, sulle terre emerse, una carta a isoipse di sufficiente precisione.

Grande importanza assumono oggi le carte *batolitologiche*, dove sono notate, come per le carte geologiche delle terre emerse, la distribuzione dei vari sedimenti marini alle diverse profondità, giacchè sopratutto presso le coste, la distribuzione di questi può dar ragione dei moti prevalenti del mare e della distribuzione delle faune marine.

Cap. IX.

I CARATTERI FISICI DEL MARE

§ 50. — Il livello del mare. — Il carattere principale dell'idrosfera è dato dalla sua fluidità, per cui le particelle, libere di muoversi l'una sull'altra, rispondono tutte alla forza di gravità, tendendo ad occupare i punti più depressi della superficie terrestre e a disporsi secondo una superficie libera di equilibrio, che è dovunque perpendicolare alla direzione della verticale (*superficie di livello*).

Tutti gli oceani, comunicando fra loro, tendono a mantenere le loro superfici ad uno stesso livello, che è quello del geoide teorico, salvo le piccole differenze dovute alla variazione di gravità, per cui — come sappiamo — la superficie degli oceani è leggermente più depressa verso il centro, dove si ha eccesso di gravità.

L'importanza geografica della determinazione del *livello del mare* dipende non solo dall'essere questo il piano di riferimento così delle altezze come delle profondità della superficie della Terra, ma anche dall'essere esso il limite a cui tendono tutte le acque continentali, che scorrono sulla superficie terrestre, e dove cessa il loro movimento, cosicchè variando il suo livello, varia l'attività di scorrimento delle acque correnti.

Il livello del mare praticamente non è mai stabile, variando esso di continuo per i moti a cui è sottoposto (maree, correnti, moto ondoso). Si è stabilito però

si prendere come livello medio teorico del mare, quello che si ottiene dalla media di prolungate misure giornaliere (circa un ventennio), date da strumenti autoregistratori detti *mareografi*, a tale livello medio si riferiscono le misure di altezze e profondità.

Anche durante il corso dei tempi geologici, il livello del mare non si è mantenuto sempre costante; bensì si dovettero avere delle oscillazioni, a causa di fenomeni cosmici o geologici, quali lo spostarsi dell'asse terrestre, con conseguente variazione della posizione della zona equatoriale a massimo rigonfiamento del livello oceanico per azione della forza centrifuga (Schiapparelli), o per alcuni fatti geologici, quali le glaciazioni in diverse epoche geologiche. Durante queste ultime si dovettero avere degli abbassamenti del livello marino, per acqua sottratta al mare e deposta come ghiaccio sui continenti, abbassamenti che alcuni autori, quali il Penck, il Doly, il Nansen, valutarono del valore dai 30 ai 130 m. Alla fine di ogni epoca glaciale l'acqua veniva restituita al mare e il livello precedente ripristinato. A tali ritmiche fluttuazioni del livello marino, che dovettero essere simultanee su tutta la superficie della Terra, il Suess diede il nome di *moti eustatici*.

In questi ultimi tempi sembra che il livello marino sia andato elevandosi, così sulle coste europee come su quelle americane.

§ 51. — Composizione dell'acqua marina e distribuzione della salinità. — Nell'acqua oceanica si trovano disciolti numerosi sali, che costituiscono la *salinità* dell'acqua marina; tale salinità dà un residuo solido medio di gr. 35 per litro, ma con differenze assai notevoli, specie nei mari interni. Fra questi sali prevalente è il cloruro di sodio (sale comune, circa 78% del residuo solido); seguono il cloruro di magnesio (11%), il solfato di magnesio (5%), il solfato di calce (4%), il solfato di potassa (2%), oltre a tracce di altre sostanze (circa 40 elementi, cioè quasi metà di quelli conosciuti, compreso oro e radio).

Come in tutte le soluzioni diluite, nell'acqua marina i sali si trovano in parte più o meno dissociati nei loro ioni; ma colla evaporazione e concentrazione la dissociazione va scomparendo e si formano sali, che si depositano in ordine alla natura del sale e alle condizioni di pressione e temperatura dell'acqua.

Rispetto all'acqua marina, quella fluviale contiene bensì quasi identica quantità di carbonati, sopratutto di calcio e magnesio (0,1%), ma solo mmg. 5,3 di cloruri (1/3600 rispetto all'acqua marina).

Basterebbero 50 anni ai fiumi della Terra per portare al mare una quantità di carbonati pari a quella ora esistente nel mare; quindi l'eccesso di carbonati, ivi trasportato da epoche remote, deve essere andato impiegato nelle costruzioni di origine organica e nelle sedimentazioni, specie nei depositi terrigeni litorali. Invece i cloruri, per quanto scarsi e molto solubili, non vengono però consumati dagli organismi, nè si depositano, ma risultano in costante aumento e concentrazione secolare nell'acqua marina, per la continua evaporazione della superficie oceanica.

L'acqua marina, per la proprietà delle soluzioni diluite, rispetto all'acqua dolce ha abbassato il punto di congelamento.

La salsedine ha quindi grande importanza sulla temperatura di con-

gelazione e sulla temperatura del massimo di densità dell'acqua marina. Per una proporzione maggiore del 2,3 % di sale, quale si verifica nei mari odierni, la temperatura di massima densità, essendo inferiore a quella di congelamento, l'acqua che si raffredda alla superficie precipita lentamente verso il fondo, dove si mantengono uniformi salsedine e temperatura. In genere la salinità va crescendo verso il basso, pur trovandosi casi di inversione di densità.

Superficialmente la salinità oscilla fra 31,5 ‰ negli oceani freddi, e 36,6 ‰ negli oceani caldi, con massimi ai tropici (37,4 ‰), dove le piogge sono rare e l'evaporazione è attivata dai venti costanti, e minimi (32 ‰) all'Equatore, dove le precipitazioni sono molto abbondanti e l'aria è calma.

Nei mari interni si hanno variazioni di salinità molto notevoli, in rapporto alla temperatura dell'acqua del mare, al maggiore o minore apporto di acque dolci, alla chiusura più o meno completa dei loro bacini. Così il Mar Baltico, che accoglie le acque di notevoli fiumi ed ha assai poco intensa evaporazione, ha salinità del 6-8 ‰; il M. Nero, dove sfociano i grandi fiumi russi, del 18-18,5 ‰; il Mediterraneo 38-39,5 ‰, il Mar Rosso del 41-43 ‰, che è il più salato dei mari della Terra, per la forte evaporazione e il quasi nullo apporto dei fiumi.

§ 52. — DISTRIBUZIONE DELLA TEMPERATURA NELLE ACQUE DEGLI OCEANI. — La fonte prima del riscaldamento delle acque superficiali e interne del mare è il diretto assorbimento delle radiazioni solari. Il rapporto fra la capacità termica delle acque e quella delle terre sta come 10:6; per cui la medesima quantità di calore, durante lo stesso tempo, innalzerà la temperatura superficiale del mare di circa la metà di quella della terra vicina.

La capacità calorifica dell'acqua marina è assai grande; secondo ricerche recenti (Vercelli) in acque trasparenti, a 40° di lat., le calorie assorbite per anno da ogni cmc di acqua marina vanno rapidamente diminuendo colla profondità, tanto che fra m. 0 e — 1 sono assorbite cal. 528, fra m. — 10 e — 20, cal. 7, e oltre in m. — 100 fino a m. — 200, cal. 0,02.

Tale energia, alla superficie e fin dove giunge il rimescolamento del moto ondoso, viene quasi tutta impiegata nella evaporazione dell'acqua; sotto i — 10 m., il calore assorbito va ad aumento della temperatura, che negli strati superiori, fin verso i — 400 m., risente delle variazioni termiche annue dell'aria soprastante, con oscillazioni stagionali.

Calando verso le grandi profondità, si ha una graduale discesa termica, tanto che, sotto i — 2000 m., si trova quasi dovunque una temperatura uniforme inferiore a + 3°, che si abbassa verso i 0° C. nelle acque abissali. La temperatura delle acque profonde degli oceani hanno una grande uniformità, sotto tutte le latitudini e in ogni stagione; per tre quarti delle acque oceaniche, essa si aggira attorno a — 3° e con salinità di circa il 30 ‰.

La ripartizione del calore alla superficie risente delle variazioni termiche delle regioni marittime. In generale la superficie del mare è leggermente più calda dell'aria sovrapposta presso l'equatore (28°), che non presso i tropici (25°), mentre oltre il 40° lat., essa si mantiene a temperatura superiore a quella dell'aria soprastante.

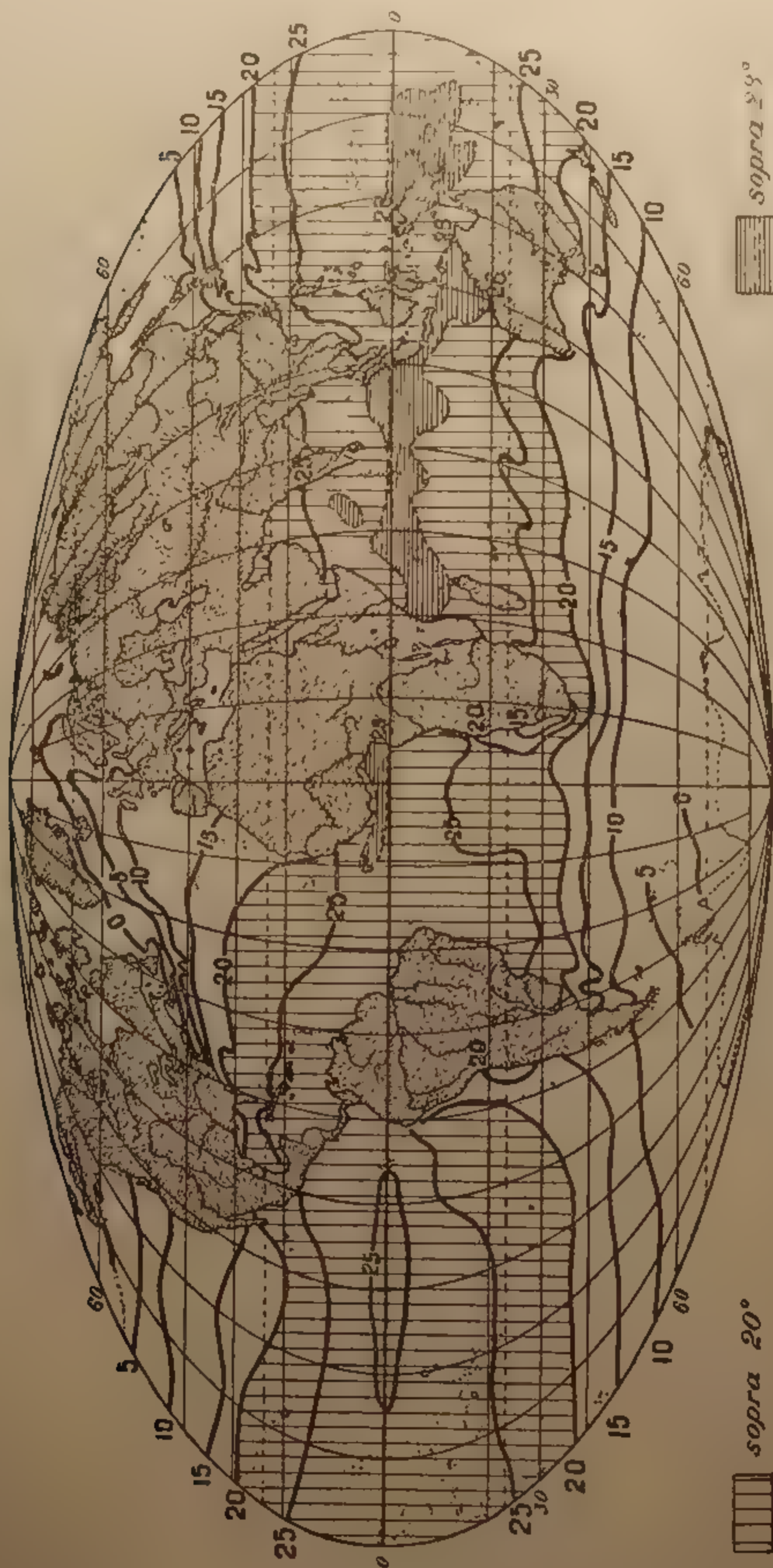



Fig. 59. — Temperature alla superficie degli oceàni in inverno

Nella stagione invernale dei due emisferi, il mare è più caldo dell'aria, specie nell'Atlantico settentrionale, per l'azione delle acque calde della corrente del Golfo (fig. 59). Al contrario, nell'estate, il mare è più freddo nell'Atlantico nord e più caldo nell'Oceano Indiano. Le anomalie poi che si riscontrano in varie zone degli oceani, sono dovute alla circolazione oceanica ed anche, nei mari costieri, alla forma del bacino marittimo.

§ 53. — GHIACCI MARINI. — Presso le calotte polari, le temperature molto basse dell'aria possono produrre il congelamento della superficie del mare (*ghiacci marini*), specie lungo le coste (*ghiacci costieri*), dove il mare è meno profondo e l'acqua è più dolce per l'afflusso dei fiumi e dei ghiacciai terrestri. L'acqua congelandosi segrega i propri sali, che formano un'acqua madre assai più densa, la quale in parte passa al di sotto e, mantenendosi a temperature più elevate, fonde continuamente alla base questo strato di ghiaccio il quale, mentre cresce alla superficie, non può superare lo spessore di circa due metri; cosicchè si spezza in lastroni galleggianti, separati da canali più o meno estesi e duraturi, che possono accumularsi e formare banchi spessi sino a 200 m. e che danno luogo alla *banchisa* polare con superficie irregolare difficile a percorrersi.

Ben diversi sono gli *icebergs*, enormi blocchi di ghiaccio continentale galleggiante, di cui nove decimi sono sommersi; questi blocchi si staccano dai ghiacciai delle terre polari e dalle correnti marine sono portati a latitudini assai basse, a seconda delle stagioni (fino al di sotto del 40° di lat. nord, lungo le coste dell'Asia orientale e dell'America atlantica), dove a contatto delle correnti calde si sciolgono completamente, abbandonando sul fondo del mare i materiali rocciosi compresi nella loro massa (*morena interna*); al deposito di questi materiali è dovuto il formarsi di estesi banchi sottomarini (es. Banco di Terranova, sulle coste atlantiche dell'America Settentrionale, fra il 45° e 50° di lat. nord).

§ 54. — TEMPERATURA E TRASPARENZA DELLE ACQUE NEI MARI INTERNI. — Nei mari costieri o interni, meno profondi e a circolazione di acqua meno libera che negli oceani aperti, il regime di temperatura risente delle condizioni morfologiche del fondo e della diretta influenza delle terre vicine.

Di solito, i mari delle alte latitudini hanno acque superficiali più fredde di quelle dell'oceano vicino, con temperature del fondo più elevate di quelle delle acque superficiali (*dicotermia*), come, per esempio, nel Bacino polare Artico e nel Mare Baltico; oppure uniformità di temperature elevate fino al fondo (*omotermia*), come è il caso dei mari caldi; ad es. il Mar Mediterraneo il quale, a causa della soglia di Gibilterra, che impedisce un rapido scambio colle acque atlantiche, sotto i 400 m. ha uno strato uniforme fino al fondo di circa 13°, e il Mar Rosso che, per le stesse ragioni, ha temperatura uniforme di 21°,5 sotto i — 500 m. fino al fondo, ciò che costituisce una grande riserva di calore per le terre adiacenti.

In linea generale, l'acqua dei mari è poco trasparente. L'intensità luminosa diminuisce rapidamente colla profondità; ma varia con la temperatura e la torbidità dell'acqua. In acqua limpida, a 1 m. di profondità, la luminosità è già ridotta a metà, a — 100 m. ad un quarto. Misure fatte con lastre fotografiche, nel Mediterraneo, hanno provato che verso i 550 m. abbiamo oscurità perfetta. Ciò ha grande importanza per la distribuzione della flora marina, che non può svilupparsi nelle profondità del mare.

CAP. X.

I MOTI DEL MARE

§ 55 — LE MAREE. — Il mare è soggetto a movimenti periodici (*maree*), costanti (*correnti*) e oscillatori (*onde*) della sua massa acquea, la quale per l'azione delle forze esogene (azioni cosmiche, termiche, meccaniche), si trova sempre in equilibrio instabile, ma tende continuamente a riprendere la sua posizione orizzontale di riposo, per effetto della forza di gravità.

Per azione dei fattori cosmici, agenti in modo continuo sulla superficie della Terra, il mare è soggetto a periodiche variazioni di livello, note sotto il nome di *maree* e che danno luogo, presso le coste, a spostamenti orizzontali delle masse d'acqua superficiale (*correnti di marea*).

L'attrazione combinata della Luna e del Sole sulla massa oceanica, produce in questa una deformazione, rispondente all'attrazione luna-solare e alla rotazione della massa terrestre, per cui, due volte al giorno, si manifesta un innalzamento delle acque del mare (*flusso* o *alta marea*) e un abbassamento (*riflusso* o *bassa marea*), cioè un'onda di marea, in modo che ogni 24 h. 50 m. (giorno lunare), si hanno due flussi e due riflussi alternati.

Le maree derivano dalla differenza di attrazione che la Luna e il Sole esercitano sul centro della Terra e sui punti della sua superficie, che si trovano sull'emisfero affacciato all'astro e su quelli all'emisfero opposto. Vi è quindi una doppia onda di marea, che ogni giorno ruota, da est verso ovest.

Quando la Terra, la Luna e il Sole si trovano sulla stessa retta congiungente i centri dei tre corpi celesti, sia da una sola parte o da parti opposte (*sizigie*: luna piena e luna nuova), l'onda di marea raggiunge il suo massimo; quando la Luna si trova a 90° colla congiungente Terra-Sole, (*quadrature*: primo e ultimo quarto), l'onda di marea è al minimo.

Al largo degli oceani, le maree non raggiungono l'altezza di un metro; bensì presso le coste l'onda di marea, qualunque sia la sua direzione al largo, si dispone parallelamente alla riva e subisce un ritardo nella sua propagazione, dovuto ai bassi fondi, alle isole, agli stretti, dove si trasforma in correnti di flusso e riflusso assai sensibili, che generano anche vortici (es. « Cariddi » nello Stretto di Messina), e raggiungono altezze molto varie, provenienze diverse e fasi pure diverse da quelle del passaggio della Luna al meridiano del luogo; cosicchè le maree si possono ritenere anche come fenomeni di carattere locale.

In genere, nei mari interni le maree sono molto ridotte (Trieste m. 1,05, Livorno m. 0,40) e su alcune coste appena sensibili, invece in golfi o stretti in ampia comunicazione coll'oceano e che vanno man mano riducendosi in larghezza e profondità, si hanno altezze di maree molto forti.

AMPIEZZE DELLE MAREE SIZIGIALI IN ALCUNE STAZIONI

	media in m.	massima in m.
Baia di Fundy (Nuova Scozia)	15.40	19.60
Porto Gallegos (Patagonia)	14.00	18.00
Portshead (Mare d'Irlanda)	12.80	16.30
Granville (Brettagna)	11.70	14.70
Seul (Corea)	10.30	13,20
Rio Colorado (California)	9.60	12.30
Isole Lofoten (Norvegia)	2.90	3.70
Suez (Mar Rosso)	2.10	2.70
Gabes (Tunisia)	1.80	2.10
Trieste (Mare Adriatico)	1.05	1.67

Le onde di marea presentano una propria *ampiezza* (dislivello fra alta e bassa marea). un loro *periodo* (differenza in tempo fra due fasi omonime).

Le periodicità dei moti delle maree locali risponde a quella delle forze lunisolari che le originano e può essere determinata dalle osservazioni astronomiche; invece l'ampiezza e le fasi dipendono dalle condizioni morfologiche del bacino marittimo e sono ricavate dalle osservazioni locali. Si dicono *sinodiche* le maree che rispondono ai caratteri dell'onda lunare e di quella solare, che quando hanno fasi concordi presentano maree massime (*maree sizigiali*), quando hanno fasi opposte presentano maree minime (*maree di quadratura*).

Si chiama *stabilimento di porto* il ritardo costante, che ogni località marittima presenta, fra l'ora del passaggio della Luna al meridiano del luogo e l'ora in cui si manifesta l'alta marea sigiziale, e che è diverso da una località all'altra. *Linee cotidali* (dall'inglese *tide* = marea) si dicono le linee che uniscono tutti i punti che presentano un eguale stabilimento di porto, rispetto ad un meridiano fisso (Greenwich), e mostrano le condizioni di propaganda della marea (fig. 60).

Il *punto anfidromico*, che si osserva in alcuni mari (es. Adriatico), è quello in cui s'intrecciano le linee cotidali, nel cui punto la marea si annulla e l'intumescenza dell'alta marea ruota attorno ad esso, nel senso delle lancette dell'orologio.

Talora, per un giuoco d'interferenza fra fasi non omologhe di due onde semidiurne, dovuto al diverso stabilimento di porto, una fase può annullarsi e si può avere una sola marea al giorno, come nel G. del Tonchino, nel G. del Messico ecc.

Quando le correnti di marea sono forti e penetrano entro una foce fluviale in senso contrario al corso del fiume, danno luogo ad un frangente, che rimonta il fiume, detto *barra*, o *mascaret* in fr., il quale nel ritorno al mare, spazza i detriti delle foci dei fiumi, che rimangono aperte ad *estuario* (da *aestus* = marea), come sulle coste degli oceani aperti, (al contrario che nei mari interni, a piccole maree, dove i fiumi hanno foci a *delta*), ciò che permette l'esistenza di porti assai all'interno entro i fiumi, per risalire i quali però bisogna attendere l'alta marea (es. Bordeaux, Londra, Amburgo ecc.).

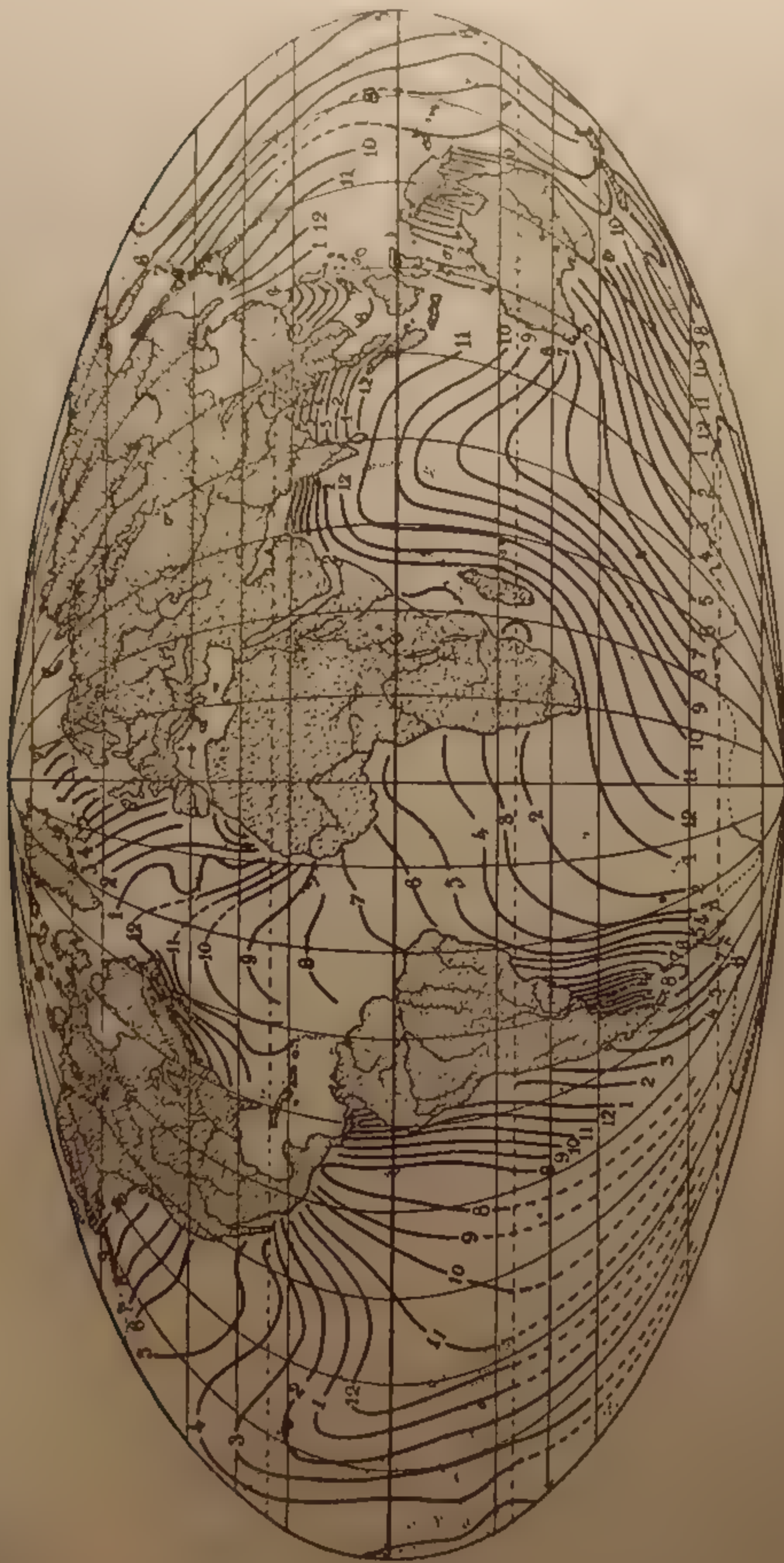



Fig. 60. — Linee cotidali e ore di ritardo della marea sugli oceani

§ 56. — Teoria delle maree. — Il periodo diurno delle maree, in corrispondenza a quello lunare, ha fatto ritenere, fin dall'antichità, che esista una stretta relazione fra i due fenomeni. Infatti la differenza di attrazione lunisolare, esercitata sui punti della Terra che si trovano sull'emisfero affacciato all'astro e sull'emisfero opposto, è inversamente proporzionale al cubo delle distanze; quindi la Luna, per quanto di massa molto piccola rispetto al Sole, data l'enorme minore distanza dalla Terra (distanza Luna-Terra = 60,3 raggi terrestri, distanza Sole-Terra = 23.390 raggi terrestri) ha un'azione prevalente sulle maree, che è più del doppio di quella solare.

La doppia onda di marea venne spiegata con la teoria statica di Giorgio H. Darwin (1845-1912), nell'ipotesi di una Terra completamente oceanica, facendo astrazione, per il momento, dal movimento di rotazione della Terra intorno al proprio asse, nonchè dall'azione attrattiva del Sole.

Considerando l'insieme del sistema Terra-Luna in equilibrio meccanico (fig. 61) i due corpi celesti si muovono, l'uno relativamente all'altro in modo da girare

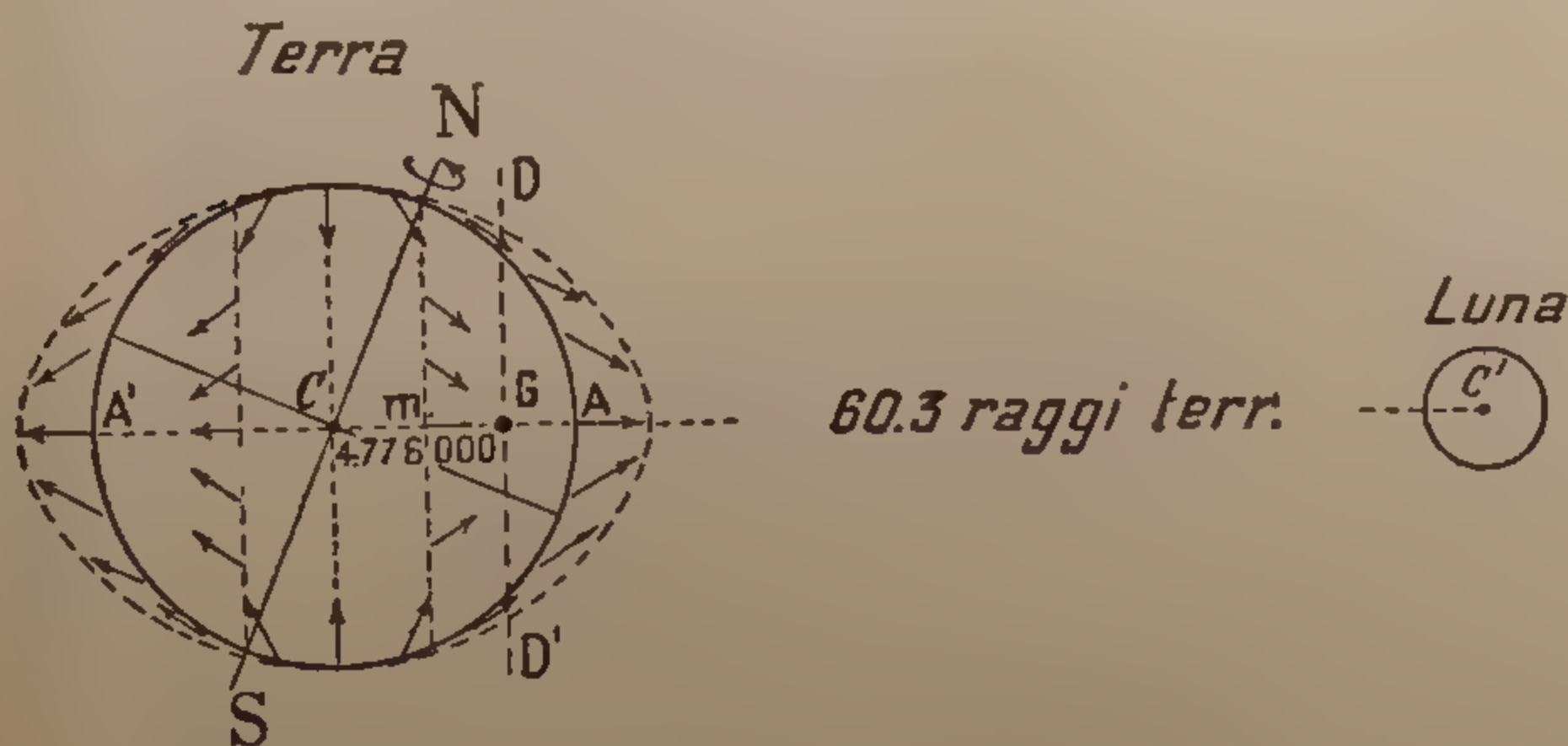



Fig. 61. — Interpretazione del fenomeno delle maree.

ambedue col periodo della rivoluzione lunare, attorno ad un asse DD', che passa per il centro G di massa del sistema e che starà in un punto, dove la distanza dei centri CC' della Terra e della Luna saranno nel rapporto inverso delle masse relative; questo punto si trova ad una distanza CG dal centro della Terra eguale a 3/4 (m. 4.776.000) del raggio terrestre.

In tale sistema è in giuoco una doppia serie di forze, per cui i due astri sono collegati dalla reciproca attrazione ed allontanati dall'azione della forza centrifuga. L'attrazione lunare avrà un valore medio per il centro della Terra (C), un valore massimo per il punto rivolto verso la Luna (A) e un valore minimo per la parte opposta (A'). La forza centrifuga sulla Terra invece — ruotando il sistema attorno all'asse DD' — nel suo complesso, sarà diretta e avrà un valore massimo (eguale al valore medio dell'attrazione lunare) verso A', minimo verso A. Si generano così, fra i due sistemi di forze, delle forze risultanti, le quali in A è ovvio siano rivolte verso la Luna, prevalendo la forza di attrazione lunare, in A' sono rivolte in senso opposto, perchè la forza centrifuga prevale su quella di attrazione, proporzionalmente alla maggiore distanza dal centro G di massa del sistema.

In conseguenza di queste forze si manifestano alla superficie delle componenti

tangenziali che [illegible] delle correnti [illegible] verso A e verso A' e che tendono ad accumulare l'acqua, innalzandone il livello, mentre nella zona intermedia il livello stesso si abbassa. La superficie oceanica tenderà così ad assumere la forma di un elissoide allungato con l'asse nella direzione della Luna.

Tenuto conto ora del moto di rotazione della Terra e di quello contemporaneo di rivoluzione della Luna, la doppia onda di marea (A e A') si sposterà sulla superficie oceanica della Terra, in senso contrario a quello del moto della Terra, con un periodo semidiurno, con altezza teorica di 563 mm e con un intervallo, fra un'alta ed una bassa marea, di 6 h, 12 m., 37 s.

Nello stesso modo agisce il Sole, la cui marea teorica è di 246 mm, altezza che può sommarsi a quella lunare, in caso di sizigie, od elidersi, in caso di quadrature.

Le moderne teorie dinamiche delle maree (Harris Vercelli) hanno permesso di considerare i periodi come dovuti all'attrazione luni-solare, ma l'ampiezza e le fasi di essi come dovute agli elementi locali e massimamente alla forma e direzione del bacino marittimo e delle coste, fasi che talora sovrastano il periodo astronomico. Ogni bacino sarebbe atto a dare origine, per un fenomeno simile a quello della risonanza, a onde stazionarie aventi certi determinati periodi; delle quali onde vengono mantenute, con risonanze più sviluppate e quindi ad ampiezza e fase diversa, quelle che hanno periodi propri prossimi al periodo semidiurno lunare (12 h. 25'). Con ciò si terrebbe conto delle anomalie che presentano le onde di marea, nei vari punti della superficie terrestre (stabilimento di porto).

Le azioni luni-solari deformano anche il nucleo solido terrestre, con conseguente variazione della gravità, come lo dimostrano delicate misure sulla deviazione della verticale (*maree terrestri*). Le maree terrestri sono molto piccole e corrispondono ad una rigidità crescente rapidamente verso l'interno, sino a raggiungere valori di rigidità superiori a quelli delle sostanze note alla superficie terrestre, salvo che il nucleo *Nife*, che pare abbia una rigidità assai attenuata, ma non nulla.

§ 57. — Le correnti marine. — Le differenze di temperatura e di salinità, e quindi di densità, la ineguale evaporazione sulla superficie del mare, il diverso apporto delle acque dolci meteoriche e fluviali, ma sopratutto gli impulsi dei venti stagionali, determinano circolazioni superficiali ed interne molto importanti, nelle masse oceaniche.

Negli oceani l'acqua che si raffredda alla superficie nelle alte latitudini, continua lentamente a scendere verso il fondo, dove, perchè più fredda e densa, si stende verso l'Equatore con flusso estremamente lento, ma altrettanto esteso e potente; mentre alla superficie, per compenso, l'acqua calda dall'Equatore si riversa verso i poli. Si ha così una circolazione verticale, della quale, in profondità, tutta la massa d'acqua si sposta con una lentezza secolare, mentre alla superficie, lo spostamento è limitato a ristrette zone, dove il movimento è dovuto a impulsi esterni (venti) e per ciò è più veloce (fig. 62).

Tali correnti superficiali, ad andamento costante — con una velocità media di m. 0,5 al min. sec. (massima m. 1,50 nella corrente della Florida), che diminuisce rapidamente in profondità, tanto da rendersi insensibile verso i – m. 200 — hanno un circuito assai simile a quello dei venti dotati di un regime costante (*correnti forzate*). Dove si hanno venti ad andamento stagionale, le correnti si invertono coll'invertirsi dei venti

che le determinano. Questi spostamenti superficiali delle acque oceaniche richiamano, per compenso, acque dalla profondità (*aspirazione delle acque fredde*), che emergono su determinate zone costiere

I flussi oceanici superficiali determinano correnti di compensazione negli strati suggiacenti del mare; altre correnti derivate locali si hanno poi nelle insenature costiere, nei mari costieri e nei mediterranei

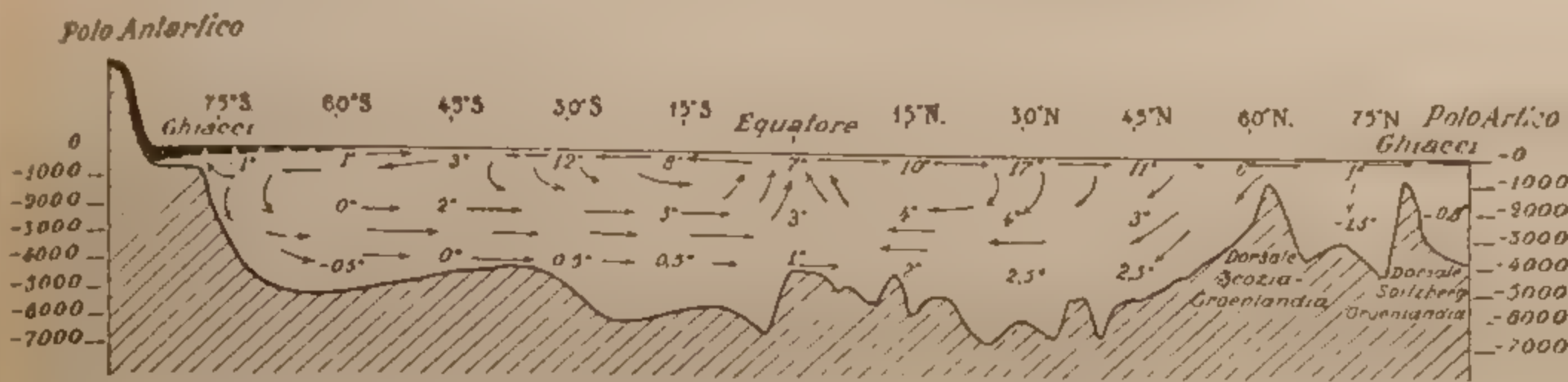



Fig. 62. — Schema di ricambio delle acque in profondità, nell'Atlantico.

Dove mancano venti regolari non si sviluppano vere correnti, ma soltanto *moti di deriva* (come nelle regioni polari), cioè spostamenti irregolari, per direzione e intensità, di masse d'acqua superficiali dovute ai variabili venti locali Così pure distinte sono le *correnti di marea*, che si osservano nei mari bassi e nei canali ristretti, dove il fenomeno della marea assume una certa intensità, come le correnti di laguna, attraverso i cordoni litorali, che spazzandone il fondo ne permettono la conservazione, (Adriatico e M. Baltico), o dove il flusso e riflusso si presentano in ore diverse in due bacini adiacenti (Manica) o dove si sovrappongono correnti di deriva a correnti alterne di marea (Str. di Messina e Str. di Bab-el-Mandeb).

Fig. 63. — Schema dei circuiti delle correnti oceaniche.

La direzione e velocità delle correnti superficiali si possono misurare con galleggianti — di solito bottiglie zavorrate legate a coppia in senso verticale, che lanciate in alto mare vengono trasportate dalle correnti e delle quali si può riscontrare così la direzione e il cammino giornaliero percorso. Oggi si usano, con maggior precisione, i *correntometri*, costituiti da un galleggiante, ad immersione variabile a volontà, con elica ad alette molto sensibile, che trasmette il moto delle acque ad un contagiri graduato.

Per determinare i movimenti molto lenti delle acque di profondità, che non potrebbero essere rilevati da mezzi meccanici, si usano misure di temperatura e densità, eseguite a punti fissi su determinate verticali in seno alle acque, mediante termometri e areometri speciali; la distribuzione verticale e orizzontale di questi dati fisici, può permettere di arguire il probabile andamento del lento spostarsi delle acque di profondità.

Le correnti marine formano circuiti vorticosi, con movimento inverso dalle due parti dell'Equatore, che risentono della forma del bacino

oceanico e della rotazione della Terra, che devia tutti i movimenti che avvengono alla superficie del Globo.

Nelle medie latitudini, questi circuiti girano nel verso delle lancette dell'orologio nell'Emisfero nord, nel verso opposto nell'Emisfero sud, in coincidenza col giro dei venti costanti (*alisei*) provenienti dalle aree anticicloniche dell'atmosfera, dai quali derivano il loro impulso; sono quindi correnti forzate (fig. 63).

Nelle alte latitudini invece, non avendosi venti costanti, le correnti sfuggono all'impulso primitivo, divengono correnti libere e rispondono piuttosto alla tendenza di scambio di densità, fra le acque calde e più salate e quelle fredde e più dolci.

L'azione maggiore delle correnti marine, calde e fredde, è quella che si riflette sul clima delle terre che esse lambiscono: le correnti calde tendono in genere, come vedremo, a rendere più dolce e più piovoso il clima delle regioni che esse bagnano; quelle fredde a renderlo più rude e più nebbioso. Esse influiscono pure sulla posizione dei centri di pressione atmosferica e quindi sui venti predominanti.

Le correnti poi, specie in vicinanza agli stretti, dove sono più accentuate, influiscono sulla navigazione, tendendo a favorire o ritardare la rotta delle navi, e presso le coste debbono essere tenute in gran conto dai marinai, perchè possono trascinare alla deriva. Per questo sono sempre descritte nei loro caratteri, nei *portolani* o manuali di rotta per la navigazione.

Anche i ghiacci polari possono essere portati dalle correnti a latitudini più o meno basse, a seconda del circuito stagionale, e quindi, come nell'Atlantico settentrionale, obbligano le navi a rotte diverse, estive ed invernali.

§ 58. — CIRCUITI OCEANICI. — Per ogni oceano vi sono due grandi circuiti, *nord e sud-equatoriale*, il cui deficit è colmato, sulle sponde orientali di ogni oceano, da una intermedia *contro-corrente equatoriale* di compenso da ovest ad est, particolarmente sensibile nel Golfo di Guinea.

Ambedue questi circuiti sono di correnti forzate dovute ai venti costanti o alisei, cosicchè durante l'estate del nostro emisfero, si spostano di conserva verso nord, di circa 10° di lat., come avviene per il circuito dei venti alisei.

Le correnti che provengono dall'Equatore sono correnti relativamente calde; quelle che vi tornano sono relativamente fredde, in confronto alle temperature delle terre e delle acque circostanti (fig. 64).

Di questo grande circuito atlantico nord-equatoriale fa parte la *Corrente del Golfo* (*Gulfstream*), che esce dal G. del Messico (*Corrente dei Caraibi*, ben definita, con velocità media di 5 km. orari), attraversa obliquamente l'Atlantico settentrionale, sempre più ampia, più lenta, non più come corrente forzata, ma come corrente libera, verso le medie latitudini, per lo scambio delle acque delle zone tropicali con quelle fredde delle regioni polari.

Per l'influenza della rotazione terrestre, le acque calde della Corrente del Golfo sono deviate verso destra e spinte ad appoggiarsi alle coste europee, che ne vengono riscaldate; di esse una parte ritorna a sud, verso le coste africane, l'altra si volge a nord fino in Norvegia e oltre il C. Nord, il quale perciò resta sempre libero dai ghiacci (71° lat. N.). Invece sul lato occidentale dell'Atlantico, le acque polari si stringono contro la Groenlandia e il Labrador, fin sotto Terranova (*Corrente del Labrador*), abbassando notevolmente la temperatura delle coste ameri-

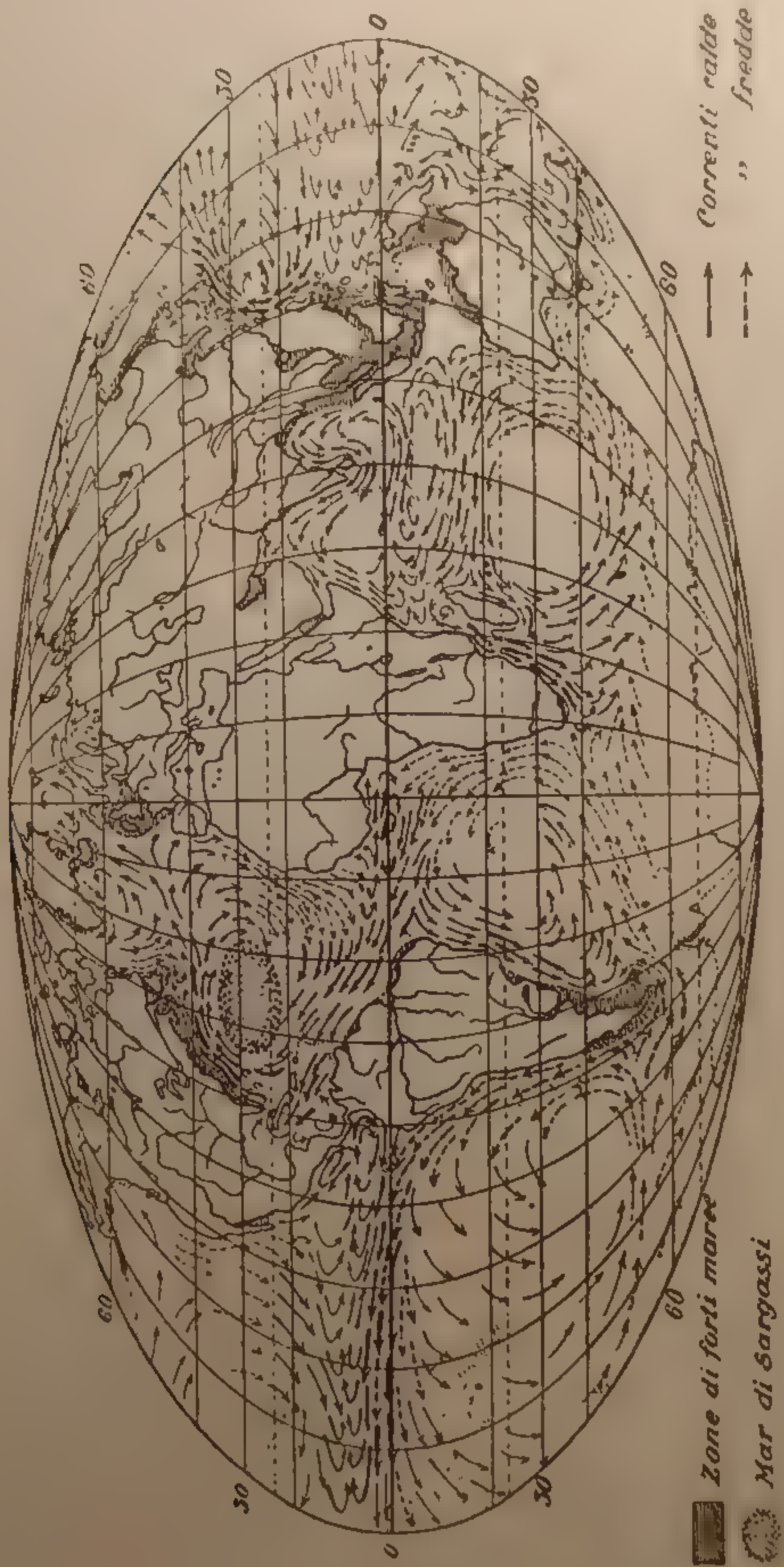



Fig. 64. — Circuiti delle correnti oceaniche, nella stagione invernale

cano, per sprofondarsi poi sotto la calda Corrente del Golfo. La zona di contatto fra le due correnti, calda e fredda, presso il Banco di Terranova, è m[illegible] denza da un brusco salto di temperatura di 10° o 12° delle acque, dalla [illegible] salsedine e dal diverso colore delle acque stesse (acque fredde verdi e calde azzurre). Nel centro del circuito nord-equatoriale atlantico, v'è un'area tranquilla dove si adunano viluppi d'alghe fluttuanti, residui di legni e materiali dalle correnti trasportati colà dalla Corrente del Golfo (*Mar di Sargassi*).

Nell'Atlantico meridionale il sistema vorticoso è più semplice: la corrente calda scende lungo le coste americane (*Corrente del Brasile*), quella fredda [illegible] le coste africane (*Corrente del Benguela*).

La forma regolare del Pacifico permette ai due circuiti di rimanere tra loro indipendenti, separati da una forte contro-corrente equatoriale di ritorno. Nell'Emisfero nord la corrente ascendente (*Corrente Nera* o *Kuro-Scivo*) dalle coste del Giappone attraversa il Pacifico attorno al 45° di latitudine nord, fino all'isola di Vancouver, da dove scende fredda a sud, lungo la costa americana (*Corrente della California*). Nell'Emisfero meridionale, il circuito è completo fino alla Nuova Zelanda, da dove risale, come corrente fredda, lungo le coste americane (*Corrente del Perù*).

Nell'Oceano Indiano il circuito meridionale è costante; in quello settentrionale il senso della circolazione si rovescia da una stagione all'altra, sotto l'influenza dei venti periodici (monsone estivo ed invernale).

Nei mari interni, specialmente nel Mediterraneo, la circolazione ha carattere locale, è assai lenta ed è dovuta alla diversa densità delle acque nei vari bacini. Solo presso gli stretti, forti differenze di salinità fra mari vicini possono determinare correnti notevoli di compenso, come nello Stretto di Gibilterra, dove in profondità abbiamo acque salate e dense che escono verso l'Atlantico, e acque più dolci e leggere in superficie, che entrano nel Mediterraneo, o come nel Bosforo in cui le acque leggere passano dal M. Nero al Mediterraneo.

§ 59. Il moto ondoso. — Il moto ondoso non è nè periodico come le maree, nè costante come le correnti, bensì un movimento oscillatorio delle acque, sotto l'influenza del vento. I moti ondosi poi differiscono da quelli di trasporto (*correnti*), perchè le particelle liquide della superficie del mare, sotto l'impulso del vento continuo o a raffiche, oscillano in un ristretto spazio intorno alla posizione di equilibrio; si ha così solo la propagazione del movimento oscillatorio sulla superficie orizzontale del mare, secondo la direzione del vento, e non lo spostamento di masse d'acqua (fig. 65).

Nelle onde di acque alte, le singole particelle descrivono orbite circolari in piani verticali paralleli alla direzione della propagazione; i raggi di codeste orbite decrescono rapidamente colla profondità (fig. 65 a).

In alto mare, dalla prima fase della formazione delle onde, — durante la quale si hanno piccole increspature, dovute a fenomeni di adesione capillare dei filetti d'aria colla superficie liquida — si passa ad onde forzate sotto l'azione del vento, via via crescenti in dimensioni e velocità, finchè si raggiungono onde stazionarie, colle dimensioni massime compatibili colla forza del vento e coll'attrito interno della massa d'acqua (*marosi*) e con velocità che possono raggiungere fin 20 m. al secondo. Diminuendo il vento fino a cessare, questi moti si mantengono per forza d'inerzia per un certo periodo, come onde libere simmetriche (*houle* fr., *swell*

ingl.), in forma di regolari ed equidistanti intumescenze, con velocità uniformi di propagazione (*onde morte*), anche lontano dalla zona nella quale si sono originate.

Come è noto, nelle onde si distinguono: l'ampiezza dell'onda, dislivello fra il punto più alto (*cresta*) e il punto più basso (*valle*) raggiunti da una particella acqua nel moto oscillatorio-orbitale; la lunghezza dell'onda, distanza orizzontale fra due creste successive in uno stesso istante, il periodo dell'onda, da cui si calcola la velocità, cioè il tempo decorrente fra il passaggio di due creste d'onda successive per uno stesso punto.

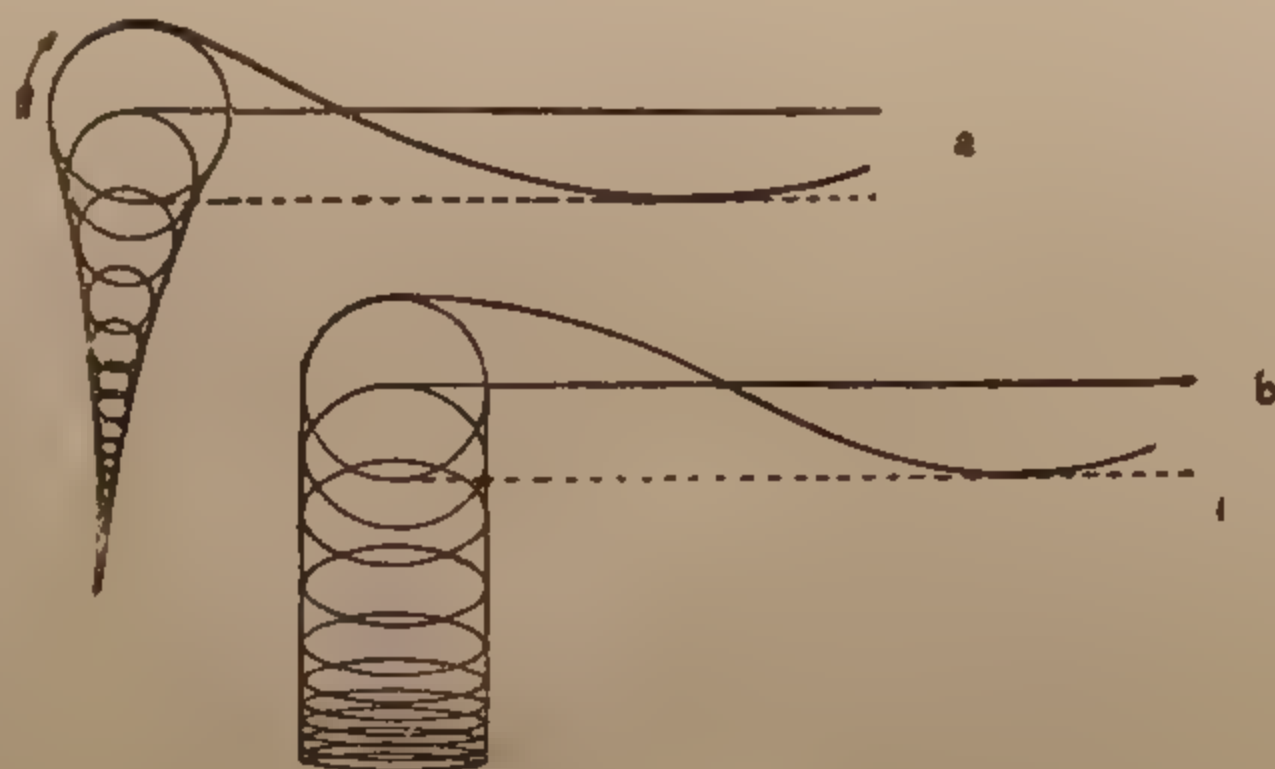



Fig. 65. — Moto orbitale ondoso in acque alte (a) e basse (b).

V'è un rapporto fisso fra ampiezza (x) e lunghezza (y) e queste dimensioni sono prossimamente proporzionali al quadrato della velocità del vento.

Le dimensioni delle onde sono molto varie da mare a mare, a seconda della velocità del vento, della profondità del bacino ecc.; ma in genere sono minori di quanto appaiono all'osservatore. Nel Mediterraneo raramente superano i 4 m. d'altezza e i 30 m. di lunghezza; nell'Atlantico le massime osservate raggiungono i m. 12 d'altezza per m. 114 di lunghezza; nell'Indiano m. 7 per 133 m. di lunghezza; nel Pacifico m. 8 per 120 m. di lunghezza.

Il moto ondoso si può propagare fino oltre i −200 metri di profondità, ma la sua azione meccanica di trasporto sulle sabbie del fondo non si fa sentire oltre i 50 o 100 metri nel Mediterraneo e 100-200 m. nell'Oceano. Se le onde raggiungono un basso fondo o un pendio litoraneo, le orbite circolari si deformano in ellissi sempre più schiacciate (fig. 65 b), per la diminuita lunghezza e rallentata velocità alla base, mentre rimane eguale la velocità sulla cresta e aumenta l'ampiezza fino ad oltrepassare il limite della stabilità per cui si deformano, si accavallano e si frangono, cambiandosi in trasporto di massa liquida (*cavalloni*), con grande forza viva. Se il litorale ha una ristretta scarpata (coste alte) e i marosi sono grandi, il fenomeno dell'accavallamento può raggiungere proporzioni gigantesche (*frangenti*), gettando sulla costa la cresta dell'onda spumeggiante (*flutto*), che può raggiungere anche un'altezza di 30-40 m. e pressioni di 10-30

tonn. per mq., con effetti di trasporto grandiosi, per la saltuarietà e rapidità dell'azione.

Se il litorale ha un dolce ed esteso pendio (coste basse), e le onde incedono obliquamente verso la costa, la velocità decresce gradualmente verso terra col diminuire delle profondità, mentre resta elevata al largo, cosicchè le linee di cresta e di valle fanno una conversione e tendono a schierarsi parallelamente alla linea litoranea; qui l'assimmetria si accentua sempre più, finchè il flutto viene gettato sulla spiaggia (*flutto diretto* o *frangente*), per ritornare poi al mare con una corrente sottostante (*flutto inverso* o *risucchio*), che urtando alla base le onde successive, favorisce il rompersi dell'onda (fig. 66).

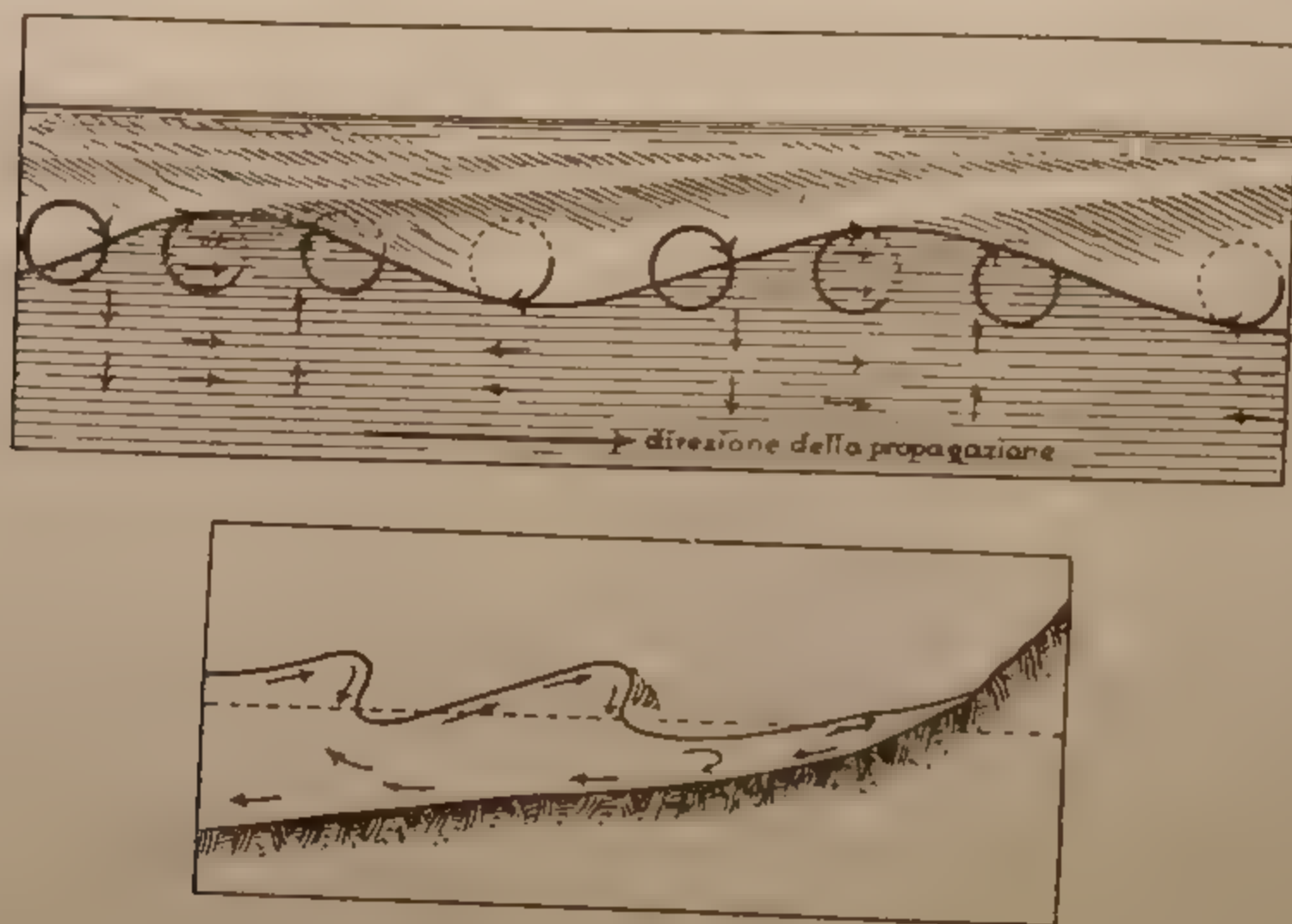



Fig. 66. — Onde, frangenti e risucchio

Flutto e risucchio hanno così una forza di trascinamento dei materiali sul fondo, nella direzione del moto ondoso prevalente, sotto forma quasi di corrente pulsante (*flutto di fondo*), che modifica notevolmente le spiagge.

L'energia di trasporto del flutto diretto, sui litorali sabbiosi, può farsi sentire anche ad una notevole profondità, variabile secondo le circostanze (grossezza dei materiali, altezza e velocità dell'onda, angolo d'incidenza con la spiaggia ecc.). Il flutto diretto è prevalente su quello inverso, ma se il pendio è accentuato, la componente del peso dell'acqua può attenuare e annullare la prevalenza del flutto diretto. Dove le componenti dei due flutti, diretto e inverso, si compensano e si annullano si ha la *linea* o *zona neutra* (Cornaglia) ed ivi si accumulano i materiali sospesi o trascinati.

A parità di condizioni, la linea neutra scende tanto più in basso e verso il largo, quanto più aumentano le dimensioni delle onde e diminuisce l'inclinazione del fondo, la grossezza e il peso del materiale, che viene così selezionato nel suo depositarsi. Per una stessa spiaggia si possono avere diverse linee o zone neutre, a seconda dei vari stati del mare. Fra la linea neutra e la spiaggia, i materiali

tendono verso il litorale, all'esterno di essa, tendono verso il largo. Lungo la spiaggia i materiali avanzano nel senso del flutto prevalente (*traversia*), cioè verso la parte opposta da cui provengono le onde.

Cap. XI.

L'ATMOSFERA E LE SUE CONDIZIONI TERMICHE

§ 60. — Caratteri fisici dell'atmosfera. — La Terra è circondata da un involucro aeriforme (*atmosfera*) aderente e parte integrante di essa. Miscuglio di gas, fra i quali predominano l'azoto (78,03%), l'ossigeno (20,99%), l'argon (0,93%), l'anidride carbonica (0,03%), l'idrogeno (0,01%), l'elio ecc., nonchè, in particolari zone e circostanze, tracce di ammoniaca e polveri in sospensione. La percentuale dell'azoto, meno denso, va aumentando coll'altezza fin verso i 70 km., ma al di sopra, l'atmosfera sarebbe essenzialmente costituita di idrogeno, di elio e di altri gas rari leggerissimi.

Salvo che nelle regioni polari e durante le più basse temperature, vi è sempre nell'atmosfera del vapor d'acqua, la cui proporzione varia dall'1 al 4% del volume d'aria e, specie sopra le terre emerse, del pulviscolo atmosferico, costituito di particelle minutissime di materiali solidi organici ed inorganici, che ha grande azione sulla torbidità dell'aria e sulla condensazione del vapore.

L'aria ha un proprio peso, che si esercita sotto forma di pressione (*pressione atmosferica*), che, alle medie latitudini e al livello del mare, fa equilibrio ad una colonna di mercurio di 760 mm. d'altezza (*barometro*). La pressione varia col variare della latitudine, dell'altitudine, dell'umidità e della temperatura; poichè l'aria si rarefà fortemente per il riscaldamento e si addensa col raffreddamento.

Essendo l'aria un miscuglio di gas, ognuno di essi conserva in modo indipendente le sue proprietà fisiche (peso, diffusione, capacità termica, rifrazione ecc.).

Data la natura e quindi la diversa distribuzione dei suoi componenti, l'atmosfera non ha confini ben netti. Teoricamente, all'Equatore, il limite dovrebbe essere attorno ai 36.000 km., verso la quale altezza la forza centrifuga della rotazione terrestre controbilancia quella della gravità. I limiti però dove si manifestano certi fenomeni fisici, sia pure in gas estremamente rarefatti, sono assai diversi per i vari fenomeni: così è a circa 80 km. per la visibilità delle stelle cadenti e per lo strato detto di Heaviside, ancora conduttivo dell'elettricità e che riflette le radio-onde; fra 75 e 105 km. per le aurore boreali, attorno ai 200 km. per i crepuscoli; mentre gli strati dove si hanno manifestazioni termiche sensibili non s'innalzerebbero oltre i 40 km.

Per l'esplorazione dell'alta atmosfera (*aerologia*) occorrono speciali mezzi di ricerca; tali sono i *palloni sonda*, ripieni di idrogeno a diversa pressione, riuniti a coppie con gabbie contenenti strumenti autoregistratori, e che s'innalzano liberi fino a 15-20 km.; tali anche gli *areostati* speciali, come quello usato dal Piccard (1931) col quale egli salì fino a 16 km. d'altezza.

§ 61. — DISTRIBUZIONE DEL CALORE NELL'ATMOSFERA. — L'atmosfera assorbe e trasmette una quantità rilevante delle radiazioni solari, variabile collo spessore, densità, purezza e limpidità dello strato atmosferico attraversato.

L'aria è quasi trasparente per i raggi solari, essa si riscalda principalmente dal contatto col suolo, che è il condensatore dell'energia calorifica che viene dal Sole, e che poi, per irraggiamento, passa a scaldare l'aria soprastante. L'atmosfera ha anche azione coibente contro il raffreddamento notturno della superficie del suolo.

Ricordiamo che il *calore* è una forma di energia, la cui quantità si misura, con speciali strumenti (*calorimetri*), in *calorie* (= quantità di calore necessaria per scaldare da 15° a 16° un grammo d'acqua pura). La *temperatura* invece, che si misura col *termometro* in *gradi* (*centesimali* dallo 0° del ghiaccio fondente ai 100° dell'ebollizione dell'acqua, od *ottantigradi* o Réaumur, fra lo 0° e gli 80° degli stessi limiti, o *Fahrenhait* di 32° al ghiaccio fondente e 210° al punto di ebollizione), è il livello termico raggiunto da un corpo, il quale è inversamente proporzionale alla *capacità termica* del corpo stesso (attitudine ad assorbire calore), che viene misurata dal *calore specifico* (= numero delle calorie necessarie per elevare di un grado la temperatura dell'unità di massa del corpo), che è diverso nelle varie sostanze. La capacità termica è grande per i fluidi (aria, acqua) che si riscaldano e raffreddano lentamente, più piccola per i solidi (rocce, ghiaccio), che aumentano e diminuiscono più rapidamente la loro temperatura.

L'assorbimento e la perdita del calore avvengono nell'aria assai lentamente, per cui i massimi diurni della temperatura si raggiungono un'ora dopo il mezzogiorno, e quelli stagionali circa un mese dopo il solstizio.

Come in tutti i fluidi la trasmissione del calore fra i vari strati d'aria avviene per spostamenti verticali delle particelle d'aria (*moti convettivi*), pei quali l'aria che sale e si espande *adiabaticamente* (senza ricevere calore dall'esterno), rarefacendosi si raffredda di 1° ogni 100 m. e di altrettanto si riscalda quella che scende addensandosi.

I gas che costituiscono l'atmosfera si ditribuiscono in altezza in ragione del loro peso e della loro temperatura: i più pesanti e freddi presso il suolo, i più leggeri e caldi in alto; a meno che i moti convettivi non rimescolino la massa aerea, uniformandone la composizione.

Rispetto ai fenomeni termici, e quindi a tutti quelli meteorologici che ne dipendono, l'atmosfera può dividersi in due zone distinte:

Zona fino a 11.000 metri (*troposfera*) la più densa, che contiene i 2/3 della massa totale dell'ossigeno e dell'azoto, buona parte dell'anidride carbonica e quasi tutto il vapor d'acqua, entro la quale, per il rimescolamento dei moti convettivi, l'aria ha uniforme costituzione, e la temperatura diminuisce coll'altitudine (0° 5 - 0° 7 ogni 100 metri), fino a — 55° a 10-12 km. d'altezza. Entro questo primo strato si compie la circolazione verticale e orizzontale dell'atmosfera, si formano le nubi, si generano la pioggia e la neve.

Zona oltre gli 11.000 metri (*stratosfera*), ad aria molto rarefatta, con composizione stratificata di ossigeno, azoto ed idrogeno, a temperatura uniforme e poi con inversione termica di temperatura, crescente dapprima rapidamente, poi con grande lentezza, tanto che si può considerare come costante; in essa mancano movimenti convettivi verticali e sembra si manifesti solo uno spostamento delle masse d'aria da est verso ovest.

Fra la troposfera e la stratosfera si ha uno strato di contatto (*tropopausa*), di qualche centinaio di metri di spessore, che rappresenta la transizione fra troposfera e stratosfera, e che si trova ad una altezza massima all'Equatore, mentre degrada verso i poli. Nella tropopausa [illegible] i movimenti perturbatori della circolazione generale atmosferica, che si trasmettono nella troposfera (*onde cicloniche*).

§ 62. — CLIMA, SUOI ELEMENTI E SUOI FATTORI. — Dal punto di vista geografico, il *clima* è il complesso delle condizioni meteorologiche, che caratterizzano una data località.

Mentre lo studio fisico dei fenomeni che si producono nell'atmosfera (temperatura, pressione, venti, umidità, precipitazioni ecc.) appartiene alla *Meteorologia*, la *Climatologia* è disciplina geografica, perchè studia le relazioni di questi fenomeni tra di loro, le loro modificazioni in rapporto alle diverse condizioni geografiche della superficie terrestre e i loro riflessi sui fatti e fenomeni fisici e biologici distribuiti sul suolo.

Gli *elementi* del clima sono:

a) la *temperatura atmosferica*, dovuta alla proprietà dell'aria di assorbire il calore solare (*capacità termica*, che è in rapporto diretto con la massa dell'aria, cioè con la sua densità);

b) la *pressione atmosferica*, dovuta alla diversa densità della massa d'aria, in rapporto coll'altezza e colla temperatura, per cui si producono movimenti verticali o *convettivi* ed orizzontali o *advettivi*, fra masse d'aria a densità diversa (*venti*);

c) l'*umidità atmosferica*, dovuta alla quantità di vapor d'acqua contenuta negli strati inferiori dell'atmosfera e che varia continuamente coll'evaporazione e colla condensazione (*precipitazioni*).

Lo studio di questi elementi è fatto dalla *Meteorologia*, con l'impiego di speciali strumenti (termometro, barometro, igrometro, pluviometro ecc.). Essendo i fenomeni meteorologici in continua variazione, si prende come loro espressione, il valore *medio* attorno al quale oscilla un determinato fenomeno, in un dato tempo. Si hanno così medie *diurne, mensili, stagionali, annue* ecc. Ma ogni media, per avere un valore climatico, che caratterizzi cioè il clima di una data località, deve essere la media di numerose osservazioni, ripetute consecutivamente e per lunghi periodi annui. La media è un dato teorico, che serve come mezzo di studio, perchè i valori effettivi del clima sono caratterizzati da oscillazioni continue, che tendono però, anche nella loro irregolarità, a ripetersi ad intervalli costanti di tempo. Tali fluttuazioni periodiche si dicono *cicli* e possono esser poste in evidenza col metodo dell'*analisi armonica*. (Weickman-Vercelli).

Si dicono *fattori* del clima le condizioni che fanno variare gli elementi del clima nel tempo (di solito durante l'anno) e nello spazio (nelle varie regioni della superficie terrestre). Sopratutto dalla variazione della temperatura, dipendono tutti gli altri fenomeni meteorologici sulla superficie terrestre (pressione e condensazione).

Fra i fattori del clima di una regione sono da enumerare:

1) La *latitudine media* a cui essa si trova, diminuendo il riscaldamento col procedere dall'Equatore ai poli.

Si chiama *costante solare* la quantità di radiazione che, ai limiti dell'atmosfera, cade in 1 minuto sopra 1 cmq. di superficie normale ai raggi solari. Essa si misura con speciali strumenti (*attinometri*, *pireliometri*) ed ha un valore medio di *calorie* 1,94, variando però col numero ed estensione delle macchie solari.

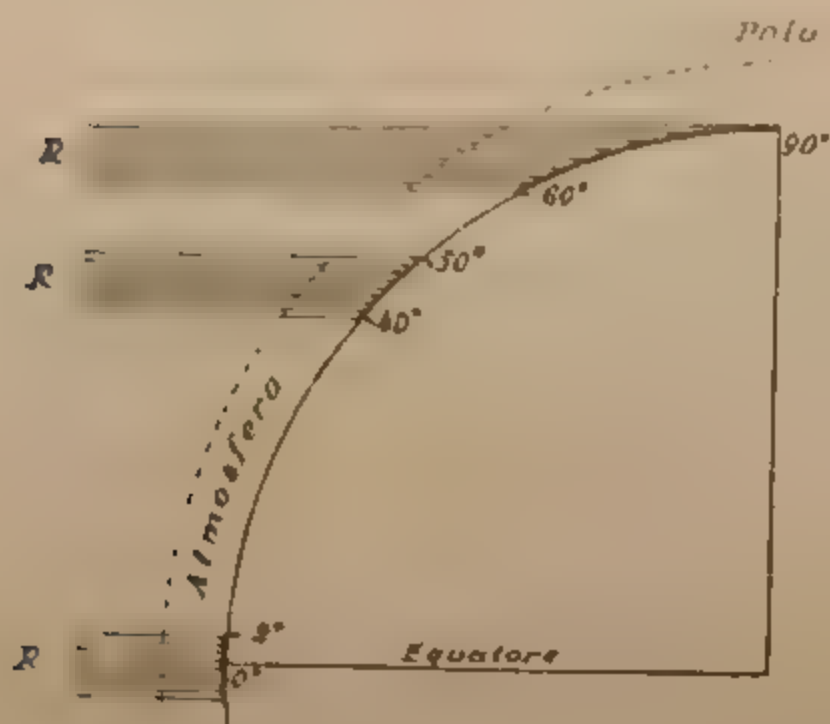



Fig. 67. — Diverso assorbimento dei raggi solari da parte dell'atmosfera, alle varie latitudini.

L'energia calorifica ricevuta dalla superficie terrestre è in relazione con l'angolo d'incidenza dei raggi solari: diminuendo l'altezza solare sull'orizzonte, non solo i raggi vi giungono più obliqui e quindi si distribuiscono su una superficie maggiore, ma diventa anche maggiore lo strato d'atmosfera attraversato ed aumenta quindi l'estinzione dell'energia (fig. 67). La quantità di calore ricevuto dalla superficie terrestre va diminuendo dall'Equatore ai poli, a causa dell'aumento dell'obbliquità dei raggi solari sull'orizzonte con l'aumento della latitudine; però con quest'ultima si accresce la durata della illuminazione, nel solstizio estivo, cosicchè in esso il calore ricevuto ai poli (h = 23° 30', d = 23 ore) è maggiore che non ai tropici (h = 90°, d. 13 ore)

b) la *trasparenza* maggiore o minore dell'aria ha pure grande influenza sulla quantità di energia termica che giunge, durante il dì, al suolo. È specialmente il vapor d'acqua (nebbie, nubi ecc.) quello che ne assorbe la massima parte; e ciò vale anche per l'irradiazione notturna.

L'assorbimento delle radiazioni solari attraverso l'atmosfera dà luogo sopratutto a cambiamenti di stato fisico, come l'evaporazione dell'acqua, ed è principalmente dovuto, al vapor d'acqua, all'anidride carbonica, all'azono (= ossigeno a molecole triatomiche, O_3). Inoltre l'assorbimento è diverso per le varie zone dello spettro solare, per cui quando il sole è basso sull'orizzonte e l'aria è umida, come alla mattina e alla sera, si hanno intense colorazioni nel cielo.

Si calcola che, per un coefficiente di trasparenza dell'aria uguale a 0,8, la quantità di energia calorifica, ricevuta dal suolo, durante il giorno, sia del 45% di quella emessa, con un'altezza del Sole sull'orizzonte di 40°, e del 5% col Sole a 10°. Invece, con un coefficiente di trasparenza di solo 0,6, come si ha spesso nelle regioni freddo-umide delle alte latitudini, questi valori si abbassano al 29% e all'1%.

c) l'*altitudine* ha pure influenza sul clima, diminuendo la temperatura, presso il suolo, di circa 0,6° ogni 100 m., alle nostre latitudini. Per

la diminuita densità dell'aria coll'altitudine, le oscillazioni diurne ed annuali della temperatura vengono accentuate.

Crescendo l'altitudine sul mare diminuisce lo spessore del sovraincombente strato aereo e quindi anche la pressione in modo così regolare, che è possibile servirsi del barometro, per misurare le altezze (*altimetro*). Mentre le altitudini crescono in progressione aritmetica, le pressioni decrescono in ragione geometrica. Così chiamando 1 la pressione al suolo, a km. 5 di altezza la pressione sarà = $\frac{1}{2}$, a km 10 = 1/4, a km. 15 = 1/8, a km. 20 = 1/16 ecc.

d) La *distribuzione delle terre e dei mari* modifica notevolmente la ripartizione del calore alle varie latitudini.

Il suolo, trasmettendo il calore con estrema lentezza e avendo una capacità termica minore dell'acqua, si riscalda assai facilmente, ma essendo anche un ottimo irradiatore, rapidamente si raffredda, quando cessa l'azione solare. Siccome il suolo è il fattore principale attraverso il quale l'energia del Sole scalda l'aria soprastante, questa, sui continenti, sarà soggetta a forti oscillazioni termiche nel corso del giorno e dell'anno. Invece l'acqua, essendo trasparente alle radiazioni solari, assorbendole gradualmente, avendo alta capacità termica, evaporando con assorbimento di calore, ha variazioni termiche molto piccole e l'aria soprastante si mantiene a temperatura più elevata con un raffreddamento poco sensibile.

Infatti la superficie del mare, nel complesso, gode di una temperatura superiore di circa 3° a quella delle vicine terre emerse. Ne consegue, che l'aria è in genere più calda sui mari che sulle terre e che il mare, riscaldandosi lentamente e raffreddandosi pure lentamente, smorza gli eccessi di temperatura, propri invece delle zone interne dei continenti.

I *climi quindi*, rispetto alla temperatura, si possono distinguere in climi *marittimi* o regolari e climi *continentali* o eccessivi. I primi tendono ad attenuare, i secondi ad accentuare le variazioni termiche diurne o stagionali, dovute alla latitudine.

Come esempio, si osservino le differenze tra le medie del mese più caldo e del mese più freddo di una serie di stazioni scaglionate sul 52° di lat. N, fra le coste occidentali d'Europa e il centro della Siberia: Valentia (Irlanda) 9°, Oxford (Inghilterra) 12° 6, Münster (Germania occid.) 16°, Posen (Polonia) 21°, Varsavia (Polonia) 23°, Koursk (Russia) 29° 2, Orenburg (Urali) 36° 9, Barnaul (Siberia) 39° 8.

e) Le *correnti marine* hanno pure grande importanza su le condizioni climatiche delle coste che esse bagnano. Le correnti calde rendono il clima più costante e caldo-umido, quelle fredde lo rendono costantemente freddo-umido.

Le correnti marine avendo un circuito poco variabile durante l'anno, tendono a mantenere costante la temperatura ed aumentare l'umidità delle coste che esse lambiscono.

La temperatura media del Gennaio, di — 1° 7 a New York (41° 20' lat. N) e di 0° 9 a Bergen (60° 23' lat. N), sono dovute, la prima all'influenza della corrente fredda del Labrador, lungo le coste atlantiche dell'America Settentrionale,

la seconda a quella della calda Corrente del Golfo, sulle coste della Penisola Scandinava.

f) Anche l'abbondante *vegetazione* tende ad abbassare la temperatura media della regione ed aumentarne l'umidità. Ciò avviene specialmente d'estate, la vegetazione tendendo a diminuire l'oscillazione termica diurna, sopratutto per la quantità di acqua allo stato di vapore nell'aria sopra la copertura vegetale, dovuta alla traspirazione delle piante.

La vegetazione arborea attenua la radiazione incidente e quella irradiante, tendendo a diminuire le oscillazioni di temperatura negli strati d'aria vicino al suolo. I moti convettivi e advettivi che rimescolano l'aria, sono frenati ed ostacolati e quindi si hanno variabili condizioni di temperatura e umidità da un punto all'altro. Sopra il suolo coperto di vegetazione l'aria è ricca di anidride carbonica, prodotta dal ricambio vegetale, la quale assorbe le radiazioni calorifiche, inoltre è notevolmente maggiore l'umidità, dovuta alla traspirazione delle piante, per cui si formano facilmente nebbie, rugiade e brine.

§ 63. — Distribuzione della temperatura sul Globo. — Le ininfluenze perturbatrici dei fattori climatici, sulla distribuzione del calore alla superficie della Terra, sono poste in evidenza colla rappresentazione grafica delle *isoterme*, che sono le linee che uniscono, sulla carta, tutte le località aventi la stessa temperatura media, riferita al livello del mare.

Per evitare la complicazione di curve, che si avrebbe non tenendo conto dell'altimetria della regione, le isoterme si tracciano dopo aver ridotto omogenei tutti gli elementi di confronto, riportandoli al livello del mare (variazione di 0,6° ogni 100 m.). Sono queste, costruzioni teoriche, non reali; dànno soltanto l'andamento generale del fenomeno, non i particolari di ciascun luogo; tuttavia si prestano a numerose constatazioni.

L'andamento delle *isoterme annue* (che uniscono tutti i punti aventi la stessa temperatura media annua, ridotta al livello del mare) sulla superficie della Terra, mostrano: che la temperatura va diminuendo dalle regioni equatoriali ai poli, dove abbiamo temperature medie annue inferiori a − 10°; che le regioni più calde della superficie terrestre non sono proprio quelle equatoriali — dove l'umidità dell'aria e l'esuberanza della vegetazione mantengono una media inferiore a 30° — bensì che la zona a massima temperatura media annua (*equatore termico*) si trova spostata verso il Tropico del Cancro, in corrispondenza alla maggior massa continentale africana, nella regione desertica completamente secca. Così le minime temperature medie annue (*poli del freddo*) non coincidono coi Poli terrestri, bensì con le regioni continentali (Canadà, Siberia, Antartide).

Le isoterme corrono oblique ai paralleli, innalzandosi sui mari e abbassandosi sui continenti, in rapporto alla marittimità e continentalità delle zone, e sono nel nostro Emisfero, più elevate sulle sponde orientali, che non su quelle occidentali degli oceani, come conseguenza dell'andamento delle correnti marine.

sopra + 30°

sotto - 30°

Fig. 68. — Isoterme di gennaio, presso la superficie della Terra

che danno effetti termici più marcati nell'Atlantico a sponde ristrette che nel Pacifico assai esteso.

Infine i maggiori contrasti si hanno nell'Emisfero nord, più continentale.

§ 64. — VARIAZIONE ANNUA E DIURNA DELLA TEMPERATURA. — Le differenze termiche fra le stagioni estreme dell'anno (*escursione*) si accentuano, man mano che ci spostiamo verso le alte latitudini, per le sempre crescenti differenze stagionali di altezza del Sole sull'orizzonte e di durata del dì, come si osserva dal confronto dell'andamento delle isoterme di gennaio e del luglio, cioè del mese rispettivamente più freddo e più caldo nei due emisferi (figg. 68, 69).

Nel mese di gennaio (fig. 68) il *polo del freddo* (isoterma di − 45°) si trova a Verkojansk (dove si sono riscontrati minimi assoluti di − 69° C) nella parte più continentale della Siberia. I continenti boreali sono, per la massima parte, compresi sotto l'isoterma di 0°, meno che l'Europa e l'America occidentali, per le influenze delle correnti calde marine, che bagnano le loro coste.

Le zone a massime temperature (+ 30°, estremi + 50°), essendo il gennaio mese estivo dell'Emisfero australe, oltre che all'Equatore, si hanno nelle regioni desertiche interne, sotto il Tropico del Capricorno, mentre al Polo Antartico continentale la temperatura è sempre inferiore a 0°.

Le isoterme del mese di luglio (fig. 69), estate del nostro emisfero, estendono l'*equatore termico* (+ 35°), al Sahara e all'Arabia e nella parte continentale dell'Asia meridionale. Nell'interno dei continenti le isoterme tendono ad innalzarsi (v. isoterma + 20°) e anche al Polo nord, marittimo, le temperature sono superiori a 0°. Nell'altro emisfero (inverno) l'isoterma di − 30° si chiude intorno al Continente Antartico, ma le altre isoterme corrono non molto differenziate da quelle del gennaio, per l'uniformità del clima, dovuto alla maggiore estensione degli oceani.

Le variazioni diurne della temperatura, poco importanti nelle alte latitudini, dove prevalgono quelle stagionali, sono fondamentali nei paesi tropicali, in cui raggiungono differenze di 20°-25°, fra il dì e la notte, specie nelle zone scoperte, essendo le ore diurne quasi eguali a quelle della notte. Essa è pure maggiore nelle località continentali che in quelle marittime.

§ 65. — DIFFERENZE TERMICHE FRA I MESI ESTREMI. — Assai importanti sono le variazioni della temperatura fra l'estate e l'inverno. Le differenze tra le temperature medie del mese più caldo e di quello più freddo (di solito luglio e gennaio), sono poste in evidenza dall'andamento delle *isoamplitudini*; delle linee cioè, che riuniscono tutti i punti aventi le stesse variazioni fra le medie termiche dei mesi estremi, e mostrano che tali differenze sono lievissime e quasi nulle nelle zone equatoriali, mentre vanno accentuandosi verso le alte latitudini e nelle zone continentali. Sulla massima parte degli oceani le differenze termiche, fra l'estate e l'inverno, non superano i 10°; ma le stagioni termiche vanno rapidamente contrastandosi, quando si procede nell'interno dei continenti, dove si hanno inverni freddissimi ed estati calde; verso il polo del freddo, in Siberia, si hanno differenze di oltre 60° e nell'alto Canadà di oltre 40° (fig. 70).

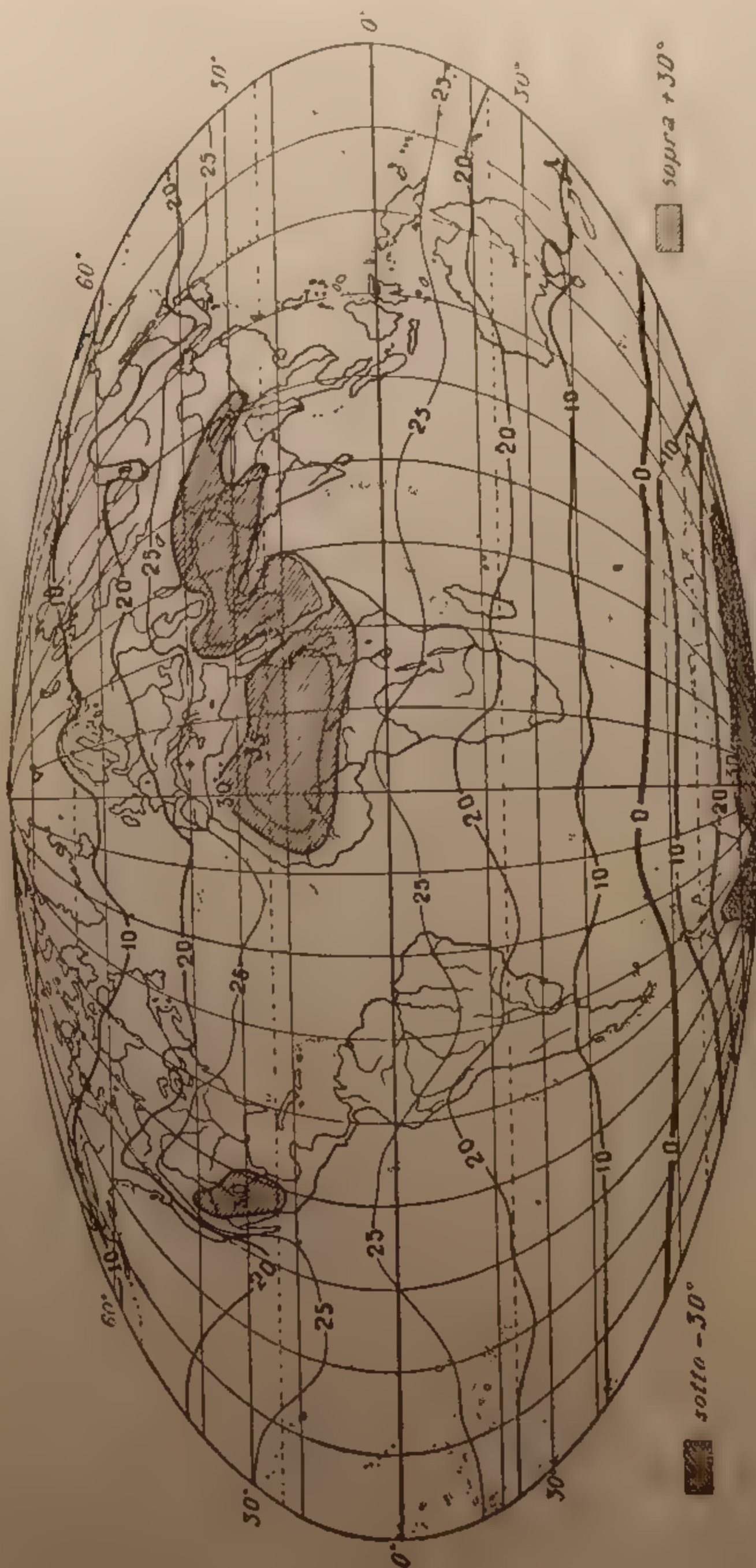



Fig. 69. — Isoterme di luglio, alla superficie della Terra.

Fig. 70. — Isoamplitudini annue alla superficie della Terra

§ 66. — Regimi e zone termiche. — Per le conseguenze geografiche non basta tener conto delle oscillazioni di temperatura dei mesi estremi, ma ancora della durata dei periodi di calore.

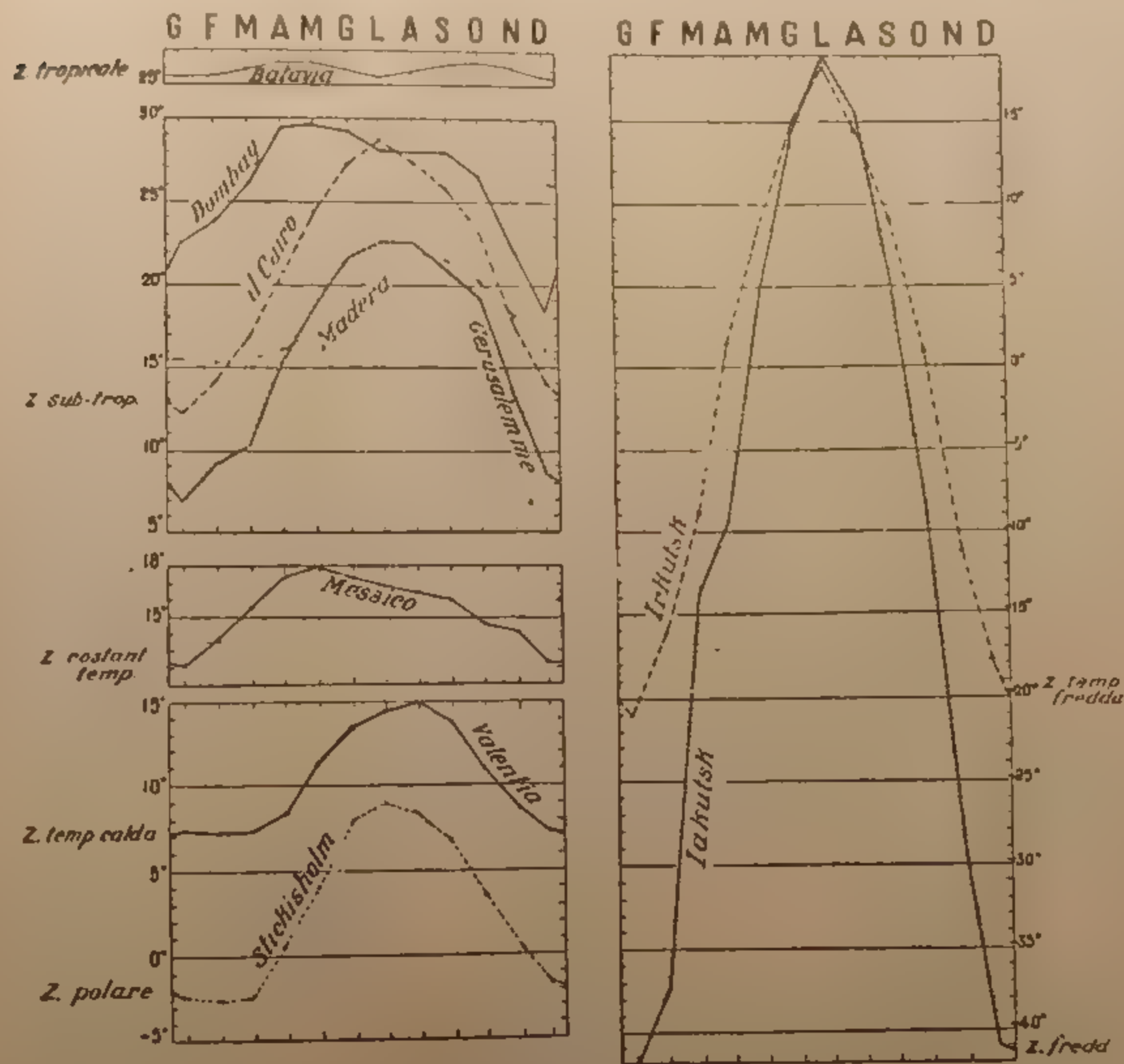



Fig. 71. — Regimi termici caratteristici

Su questa base il Köppen ha determinato sul Globo cinque zone termiche (figg. 71 e 72):

1°) *Zona tropicale*. Nessun mese al di sotto di 20°; due leggeri massimi al passaggio del Sole allo zenit, agli equinozi di primavera ed autunno (es. Batavia, nell'Is. di Giava, estremi di temperatura media 25°-26°).

2°) *Zona subtropicale*. Da 4 a 11 mesi con temperatura media superiore ai 20°, senza vero inverno, ma con oscillazioni termiche notevoli; un solo massimo, assai forte, durante la stagione estiva (es. il Cairo, in Egitto, estremi 12°-28°). V'è poi una sottozona costantemente temperata, grazie all'influenza della altitudine, come sugli altipiani del Messico, delle Ande, dell'Abissinia ecc. (es. Messico, 12°-18°).

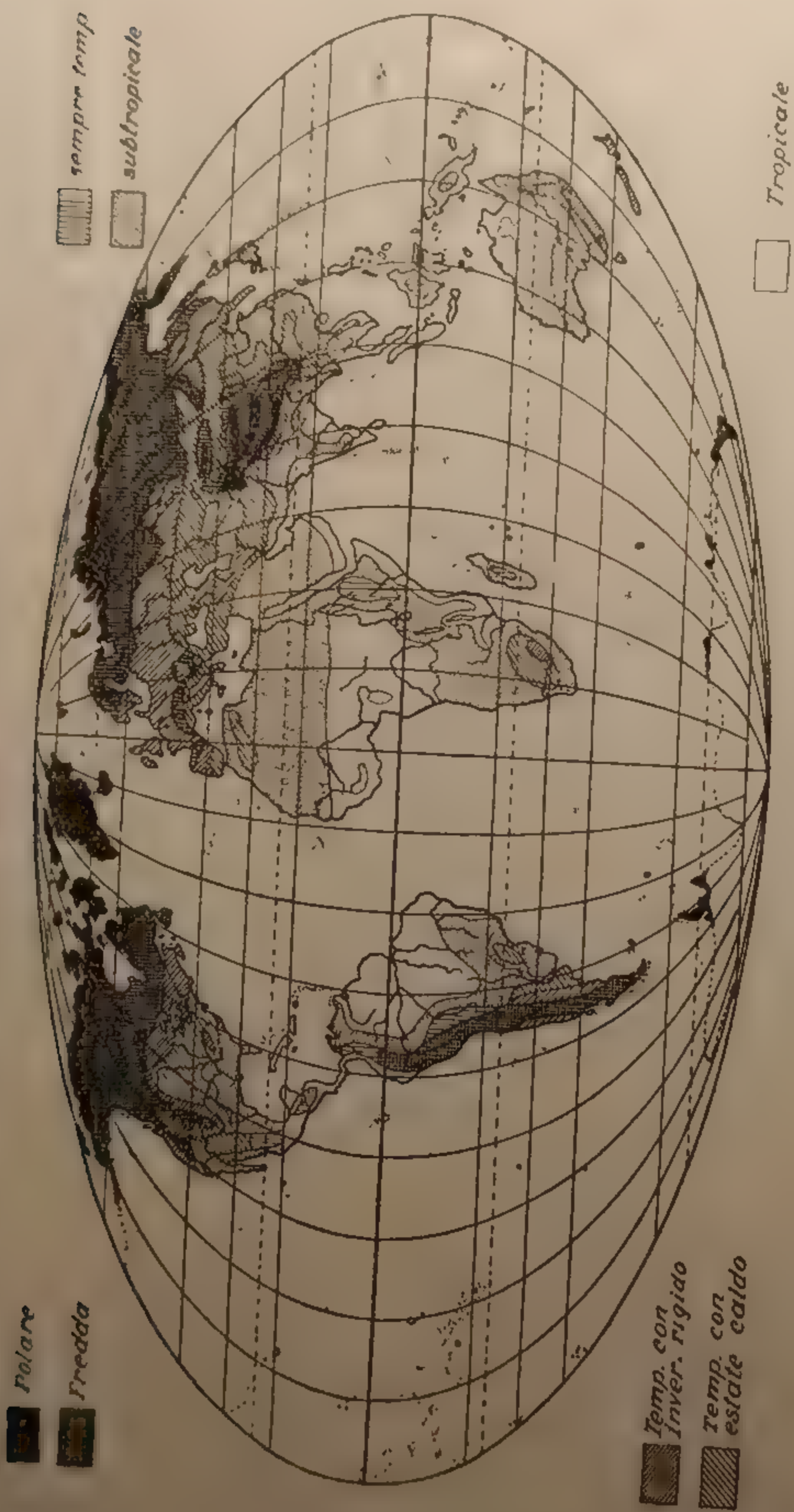



Fig. 72. — Zone termiche di Koppen.

3) ***Zona temperata*** a stagioni ben definite, con un inverno a temperatura media inferiore ai 20°, che si prolunga da 1 mese ad 8 mesi.

Essa si divide in due sottozone: *ad estate calda*, con 3 mesi al disopra dei 20° (es. Roma, 7°-25°) e un'altra *ad inverno accentuato*. In quest'ultima sottozona, i climi oceanici hanno brevi oscillazioni (es. Valentia, in Irlanda, 7° 15°), con nette stagioni intermedie di primavera ed autunno; i climi continentali invece hanno rapidi spostamenti di temperatura e contrasti molto forti fra l'estate e l'autunno (es. Ircutsk, nella Siberia meridionale, −21° e Ì18°).

4°) *Zona fredda*. Manca di una vera estate, solo 4 mesi hanno una media superiore ai 10°, ma con sbalzi fortissimi (es. Iacutsk, nella Siberia settentrionale, −42° e +20°).

5°) *Zona polare*. Tutti i mesi sono sotto i 10°, ma con oscillazioni non molto forti (es. Stickisholm, in Islanda, −3° e +9°).

La ripartizione delle zone di Koppen sulla superficie della Terra ha un grande interesse geografico, perchè essa spiega le grandi linee della distribuzione della vita e dell'attività umana sul Globo. Le grandi regioni floreali, aventi specie vegetali caratteristiche, coincidono con queste zone termiche; le razze umane primitive sono limitate alle zone estreme, polare (Esquimesi e Samoiedi) e tropicale (Negri e Negroidi); le regioni più popolate del Globo coincidono con le zone temperate; civiltà e potenza economica tendono ad accentrarsi dalle zone temperate ad inverno mite (civiltà mediterranea) a quella temperata ad inverno rigido (civiltà occidentale).

CAP. XII.

MOVIMENTI E UMIDITÀ DELL'ATMOSFERA

§ 67. — PRESSIONE ATMOSFERICA E VENTI. — La pressione atmosferica — che si misura col barometro in mm. di altezza della colonna di mercurio — alla superficie della Terra non è costante, ma varia coll'altitudine, colla latitudine, collo stato igrometrico dell'aria e soprattutto colla temperatura.

La pressione media, al livello del mare, è di 760 mm.; ma all'equatore, fortemente riscaldato, è di 758 mm., e dopo il 10° di lat. cresce, sui due emisferi, fin verso il 35° parallelo (zone tropicali) raggiungendo i 763 mm., per decrescere poi verso la fascia subpolare (fra 50°-70° lat. N. e S.), mentre sulle calotte polari la pressione è normalmente maggiore.

Negli usi comuni, l'unità di misura della pressione è data dall'*altezza* della colonna di mercurio, e si dice che la pressione normale è di 760 mm., cioè che il peso dell'atmosfera fa equilibrio ad una colonna di mercurio di 76 cm. di altezza, avente la sezione di 1 cmq. ed equivalente al peso di 1013 gr. Negli usi meteorologici, oggi, per misurare tale peso viene adottata l'unità di forza, la *dine* (espressa mediante unità assolute = centimetro, grammo-massa, secondo). Essendo il peso di un grammo, alle medie latitudini equivalente a 980 dine, e chiamato *bar* = 1 milione di dine e *millibar* = 1000 dine, la pressione normale

di 760 mm. di mercurio corrisponderebbe a 1013 millibar, e 1 millibar a 3/4 mm di mercurio.

Durante il corso della giornata, quando si ha calma d'aria, si nota una doppia oscillazione diurna molto regolare della colonna barometrica, con massimi verso le ore 10 e le 22 e minimi verso le ore 4 e le 16, e che si possono considerare come vere maree atmosferiche, la cui differenza è però inferiore a 1 [illegible] mm.

Il diverso riscaldamento dell'atmosfera sulle varie zone della superficie terrestre, dà luogo a masse d'aria più addensate o più rarefatte, che si manifestano con una varia distribuzione della pressione. Tali variazioni danno luogo a correnti interne nella massa d'aria mobilissima, le quali prendono il nome generale di *venti*, e tendono a riportare l'equilibrio di pressione rotto dal diverso riscaldamento.

Similmente a quanto si è fatto per le isoterme, si sono costruite carte rappresentanti la distribuzione della pressione, mediante linee dette *isobare*, che uniscono tutti i punti aventi la stessa pressione barometrica, ridotta al livello del mare. Le isobare, sulla superficie della Terra, tendono a chiudersi sopra se stesse, limitando aree di bassa pressione o *cicloniche* e aree di alta pressione o *anticicloniche*. L'aria tende a muoversi dalle zone anticicloniche a quelle cicloniche, con un movimento tanto più veloce (*velocità del vento*), quando più rapida è la diminuzione di pressione.

Poichè la pressione atmosferica diminuisce con l'altezza secondo una nota legge, per tracciare le *linee isobariche* sulla superficie terrestre, bisogna ridurre al livello del mare la lettura del barometro eseguita nelle varie stazioni. Le linee isobariche così disegnate rappresentano l'intersezione, col piano orizzontale, di *superfici isobariche*. Le *zone cicloniche* sono superfici isobariche depresse al centro, che vengono rappresentate sul piano da linee sinuose, che tendono a chiudersi attorno ad un centro di pressione più bassa che alla periferia (—); le *zone anticicloniche* sono superfici isobariche rilevate al centro, rappresentate da curve aventi alte pressioni degradanti verso il contorno (+).

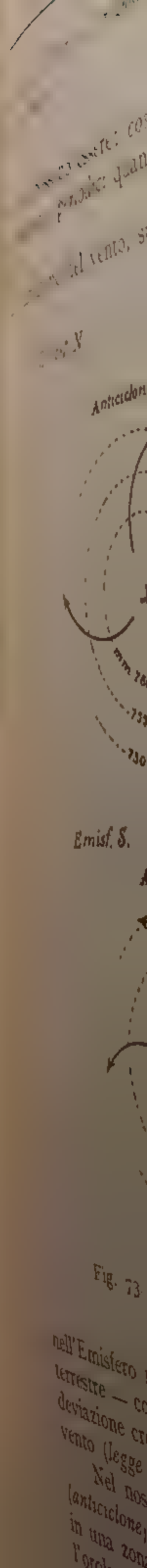
Le correnti aeree (*venti*), con leggi che ora vedremo, tendono a scivolare verso il centro di una superficie ciclonica per colmarla, o verso la periferia di un'area anticiclonica per livellarla. Se le isobare sono parallele e distanziate fra loro, la pressione dicesi *livellata* e i movimenti della massa d'aria sono quasi nulli.

Dicesi *gradiente barometrico* il rapporto fra la differenza, in mm. di mercurio, di due centri contigui di alta e di bassa pressione e la distanza di questi, misurata normalmente alle isobare; essendosi convenuto di prendere come unità di distanza, a cui riferire la differenza barometrica, il grado di meridiano medio (= 111 km.; equivalente ad 1 millibar per 45 miglia marine). Dicesi quindi *unità di gradiente* la differenza di 1 mm. di pressione per ogni 111 km.

Quanto più il gradiente è forte, tanto più la superficie isobarica sarà inclinata e la velocità del vento sarà maggiore.

Rispetto alla direzione, i venti si designano dal punto dell'orizzonte da cui sembrano provenire, con la nomenclatura della *rosa dei venti*. Rispetto alla velocità (che si misura coll'*anemometro*, in km. orari) i venti si possono classificare: in *sensibili* da 3-10 km. all'ora, in *moderati* da 10-20, *freschi* da 20-35, *forti* da 35-80 (gradiente di 3 mm.), *impetuosi* da 80-130, (gradiente di 5 mm.), *uragani* sopra i 130 km. all'ora.

I venti si sogliono distinguere in *dominanti*, quelli che su una regione pre-

valgono per la loro forza, e *regnanti* quelli che spirano per un maggior numero di ore in un anno.

I venti possono essere *costanti*, quando spirano tutto l'anno in una stessa direzione, *periodici* quando spirano in direzione diversa nelle varie stagioni.

La direzione del vento, sulla superficie del mare, è deviata a destra

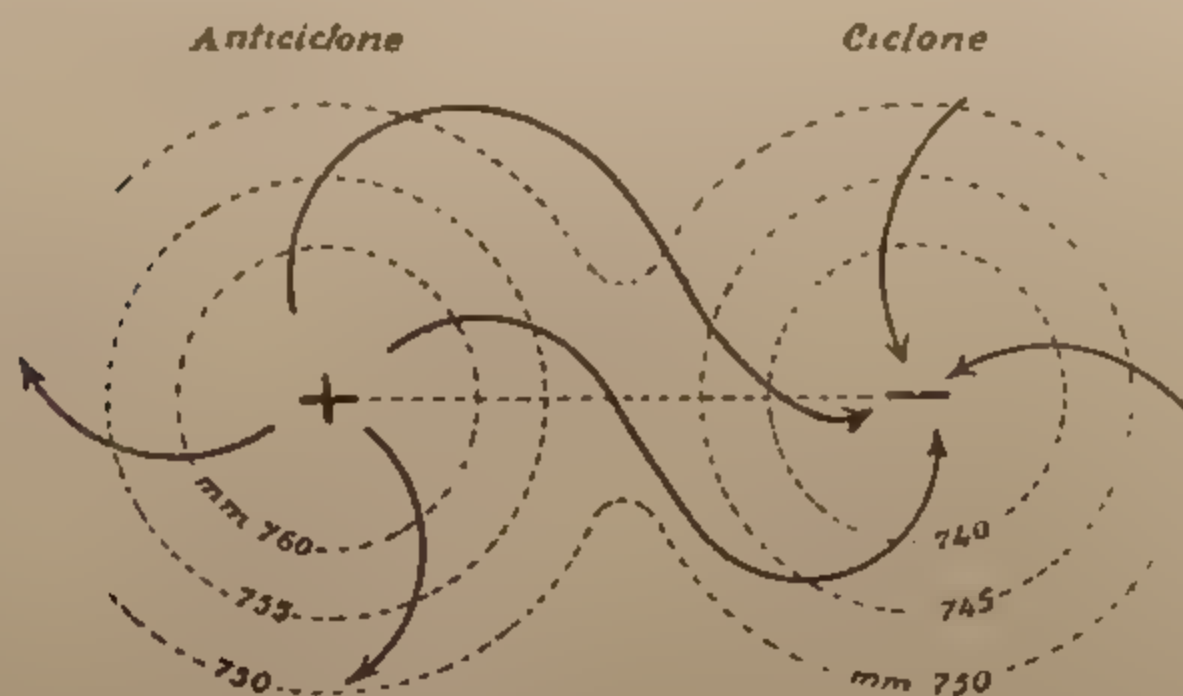
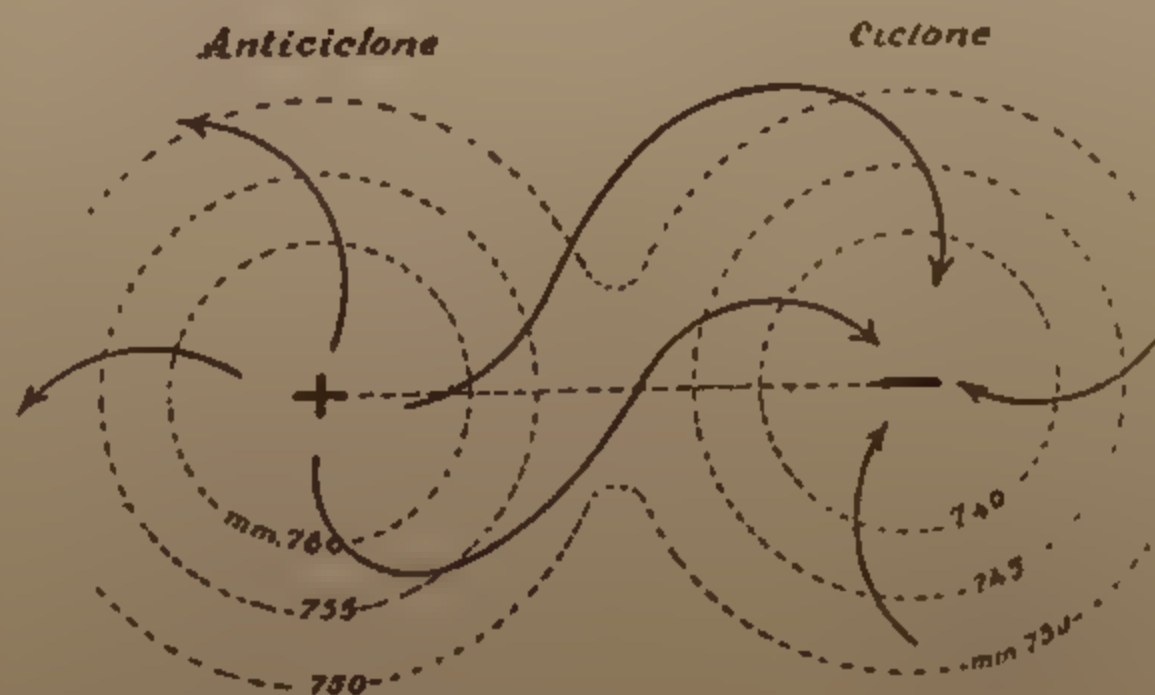



Fig. 73. — Schema della circolazione ciclonica e anticiclonica.

nell'Emisfero nord, a sinistra nell'Emisfero sud, a causa della rotazione terrestre — così come avviene per le correnti marine — e il valore di tale deviazione cresce colla latitudine e col gradiente, cioè con la velocità del vento (*legge del gradiente*).

Nel nostro emisfero, i venti escono da una zona di alta pressione (*anticiclone*) secondo il movimento delle lancette dell'orologio, ed entrano in una zona di bassa pressione (*ciclone*) contrariamente alle lancette dell'orologio. Inversamente avviene nell'Emisfero australe (fig. 73).

Le masse d'aria che penetrano in una depressione ciclonica, con moto vorticoso e centripeto, per legge adiabatica si scaldano, determinando al centro del ciclone una colonna d'aria calda, rarefatta, ascendente. Sulle superfici anticicloniche vi è un moto vorticoso centrifugo, che richiama dall'alto aria fredda, addensata, discendente.

Presso il suolo, i venti non seguono mai la legge del gradiente; l'attrito e le turbolenze rallentano le velocità e alterano la direzione e, invece di una corrente continua, si ha un moto pulsante, a *raffiche*.

Anche la circolazione verticale nella troposfera dipende dal diverso riscaldamento delle zone d'aria in vicinanza del suolo e in altezza. Dove v'è il maggiore riscaldamento del suolo, gli strati d'aria in basso sono relativamente più dilatati di quelli in alto, quindi vi sarà una corrente d'aria saliente, che va raffreddandosi e addensandosi, man mano che s'innalza. Nelle zone fredde invece, gli strati d'aria presso il suolo sono più freddi e compressi che non in alto.

Fig. 74. — Schema della circolazione atmosferica.

Essendovi sulla superficie della Terra delle diverse fasce alterne di alta e bassa pressione, dovute al diverso riscaldamento e all'azione meccanica dei venti, così anche nella circolazione verticale avremo dei circuiti chiusi, ognuno dei quali presenta, in alto, delle correnti dagli strati più compressi della zona calda verso quelli più dilatati della zona fredda; mentre presso il suolo vi saranno venti inversi, dalla alta pressione della zona fredda a quella bassa della zona calda; e il ciclo si continuerà, finchè durerà l'anomalia termica delle due zone (fig. 74).

§ 68. — Circolazione generale nella troposfera. — La diversa latitudine e la varietà della distribuzione delle terre e dei mari, il loro comportamento rispetto alle radiazioni calorifiche solari e quindi alla pressione, danno luogo a cinque regimi di pressioni e di venti, che predominano sul nostro Globo, nei vari mesi dell'anno:

a) *Zona delle calme equatoriali*. In una fascia che occupa 10° a nord e 10° a sud dell'Equatore per la costanza del riscaldamento equatoriale durante tutto l'anno, si ha la zona delle basse pressioni inferiori a 758 mm.; è questa la regione delle calme equatoriali, dove prevale il lento movimento ascendente della colonna d'aria calda ed umida (fig. 74).

b) *Zona degli alisei, a venti costanti*. Questa massa di aria ascendente, giunta oltre i 3-5000 m. d'altezza, fluisce dagli alti strati più compressi della zona calda, verso quelli più dilatati delle zone fredde, ma il movimento di rotazione della Terra la devia, verso NE nell'Emisfero boreale e verso SE in quello australe (*contro-alisei*). Giunte attorno al 30° parallelo, così sull'uno che sull'altro emisfero, si accumulano a costituire due masse d'arie ad alta pressione (oltre i 763 mm.), che si stendono sopra i due tropici, dove si ha aria tranquilla, asciutta e discendente (*calme tropicali*). Di qui vengono richiamati, lungo la superficie della Terra, dei

flussi d'aria costanti (*alisei*), deviati anche essi da NE e da SE verso la zona di minima pressione delle calme equatoriali, con velocità di circa 6 m/sec. nel nostro emisfero e 8 m/sec. nell'emisfero opposto.

Per la presenza dei continenti e per il loro diverso comportamento termico in confronto degli oceani, le fasce di alte pressioni tropicali sono spezzate in zone anticicloniche chiuse sul mare e attorno alle quali ruotano i venti (figg. 75 e 76). I due circuiti degli alisei, e la zona delle calme equatoriali che li genera si spostano di 10° a sud e a nord, quando il Sole, nel suo moto apparente sull'orizzonte, si sposta verso il nostro emisfero (maggio-settembre) o nell'emisfero opposto (ottobre-marzo). Fra le zone anticicloniche tropicali, ha grande importanza, sull'Atlantico settentrionale, l'*anticiclone delle Azzorre*, che col suo spostarsi stagionale, regola il regime dei venti delle medie latitudini.

c) *Zona delle medie latitudini a venti variabili*. Fra i 50° e i 70° di lat. nord e sud, v'è una fascia di relativa bassa pressione (mm. 758 circa) e il regime dei venti è diverso sui continenti e sul mare. Sui conti-

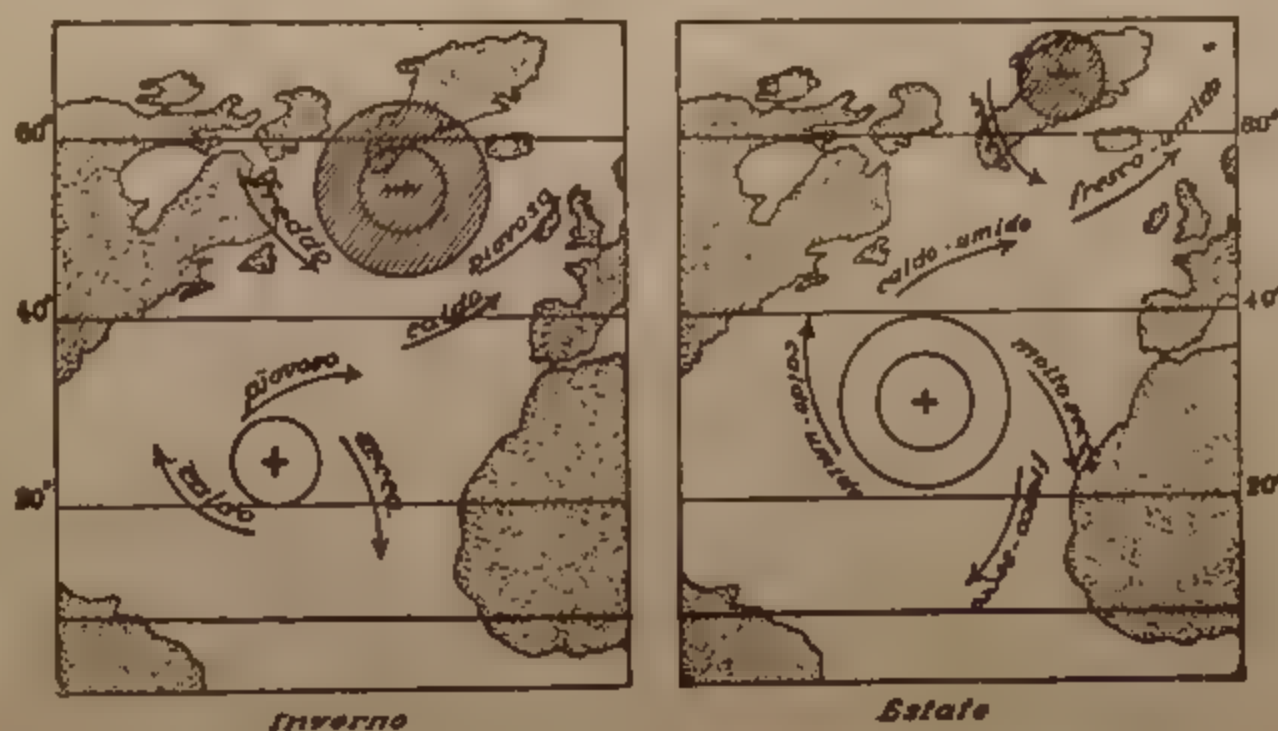



Fig. 75. — Schema dei venti nell'Atlantico settentrionale.

nenti, essendovi stagioni termiche ben differenziate, si hanno anticicloni invernali e cicloni estivi, con diverso andamento stagionale dei venti; sugli oceani prevalgono i venti occidentali, provenienti dall'anticiclone tropicale, ma ora caldo-umidi (SO d'inverno), quando questo si restringe e si abbassa verso sud, ora freschi-asciutti (NO d'estate), quando si estende e s'innalza verso nord (fig. 75).

Nell'Emisfero sud maggiormente oceanico, la zona delle alte pressioni nel luglio (inverno), costituisce una fascia quasi continua, che solo in gennaio (estate) si risolve in una serie di anticicloni oceanici. Ma nell'Emisfero nord più continentale, in gennaio (inverno), così nell'Atlantico come nel Pacifico fra il 45° e i 65° di lat. N, coll'abbassarsi dell'anticiclone tropicale, s'insediano due profonde aree di minima pressione, mentre i continenti freddi sono sede di alte pressioni. Prevalgono sugli oceani i venti occidentali, che portano correnti di SO caldo-umide sulle coste atlantiche europee e pacifiche americane (fig. 75-76).

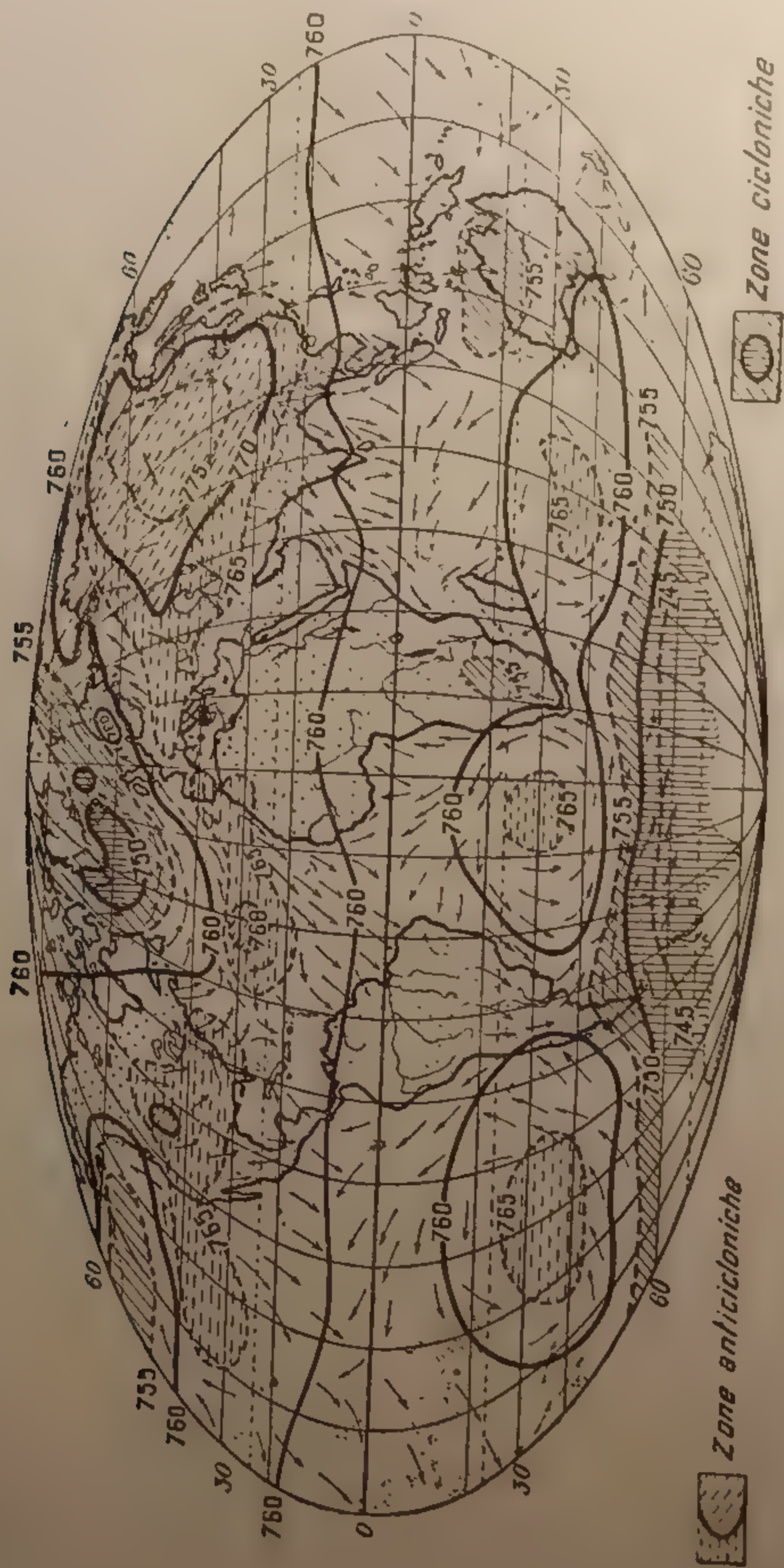



Fig. 76. — Isobare e venti nel gennaio.

In luglio (estate) col riscaldarsi delle terre, Siberia e Canadà diventano centri di basse pressioni, mentre sui mari i cicloni oceanici vengono spinti verso il Polo, per l'estendersi del sistema anticiclonico [illegible], che [illegible] venti di NO, freschi asciutti sulle coste europee e californiane (fig. 75-77)

d) *Zone polari.* Ancora poco conosciuto è il regime delle zone polari. Sembra tuttavia che, al Polo nord, d'inverno, si abbia una dorsale di alte pressioni; mentre d'estate si avrebbe pure un indipendente anticiclone, con venti predominanti di est. Un anticiclone, ancora pochissimo conosciuto, coprirebbe il continente Antartico.

e) *Zone dei venti periodici o dei monsoni.* I *monsoni* (*mausin* in arabo significa stagione) sono venti stagionali, che soffiano freddo-asciutti dalla terra al mare e caldo-umidi dal mare alla terra, a seconda che i continenti sono sede di anticicloni (inverno) o di cicloni (estate), rispetto agli oceani vicini.

Ogni area continentale un po' estesa, a contatto di un mare caldo, è sede di regime monsonico, più o meno netto (Asia Minore, G. del Messico), ma le condizioni più tipiche si trovano attorno all'Oceano Indiano, dove d'inverno l'anticiclone siberiano determina il monsone continentale, che si fa sentire freddo e asciutto fino al 35° parallelo, rinforzando l'aliseo di NE, mentre d'estate il minimo, che occupa l'Asia meridionale, determina il monsone estivo umido e caldo, che proviene da SO, apportatore di piogge abbondantissime sulle coste dell'Oceano Indiano, così nell'Africa Orientale, che in India e in Indocina.

f) *Brezze di mare* e *di monte,* sono anche questi venti periodici, propri però delle regioni costiere e di alta montagna. In ogni tempo nella regione calda equatoriale, e d'estate in quella temperata, durante il dì le terre riscaldandosi assai presto, richiamano la *brezza di mare;* durante la notte raffreddandosi assai presto, danno luogo alla *brezza di terra* verso il mare.

Simile è il giuoco delle *brezze di monte* e *di valle,* che si nota nelle alte montagne sovraincombenti a pianure (es.: Alpi, Carpazi, Himalaia), specie d'estate e con regime di pressione generale uniforme. Durante il dì, la brezza di valle risale verso le cime, come vento caldo-umido; di notte invece, la brezza di monte scende al piano, come vento freddo-asciutto.

Durante il giorno, la differenza media di temperatura di circa 5° fra terra e mare, fa sì che su quella, verso le ore 10 antimeridiane, si stabilisce una zona di bassa pressione, che dura fino al tramonto e che richiama la *brezza di mare* (4-5 m. al secondo) fino a 20-40 km. nell'interno del continente, dove non sia fermata da monti costieri. Durante la notte, il mare raffreddandosi assai lentamente, diviene sede di bassa pressione verso cui spira, dopo le ore 22, la *brezza di terra.*

In montagna, durante il dì il riscaldamento è molto maggiore verso le cime, per cui dalle 11 di mattina, fin verso le ore 22, risale la tepida *brezza di valle,* con intensità maggiore nel pomeriggio, e che porta con sè molto vapore acqueo, che si condensa verso le cime. Dopo il tramonto del Sole, le cime si raffreddano

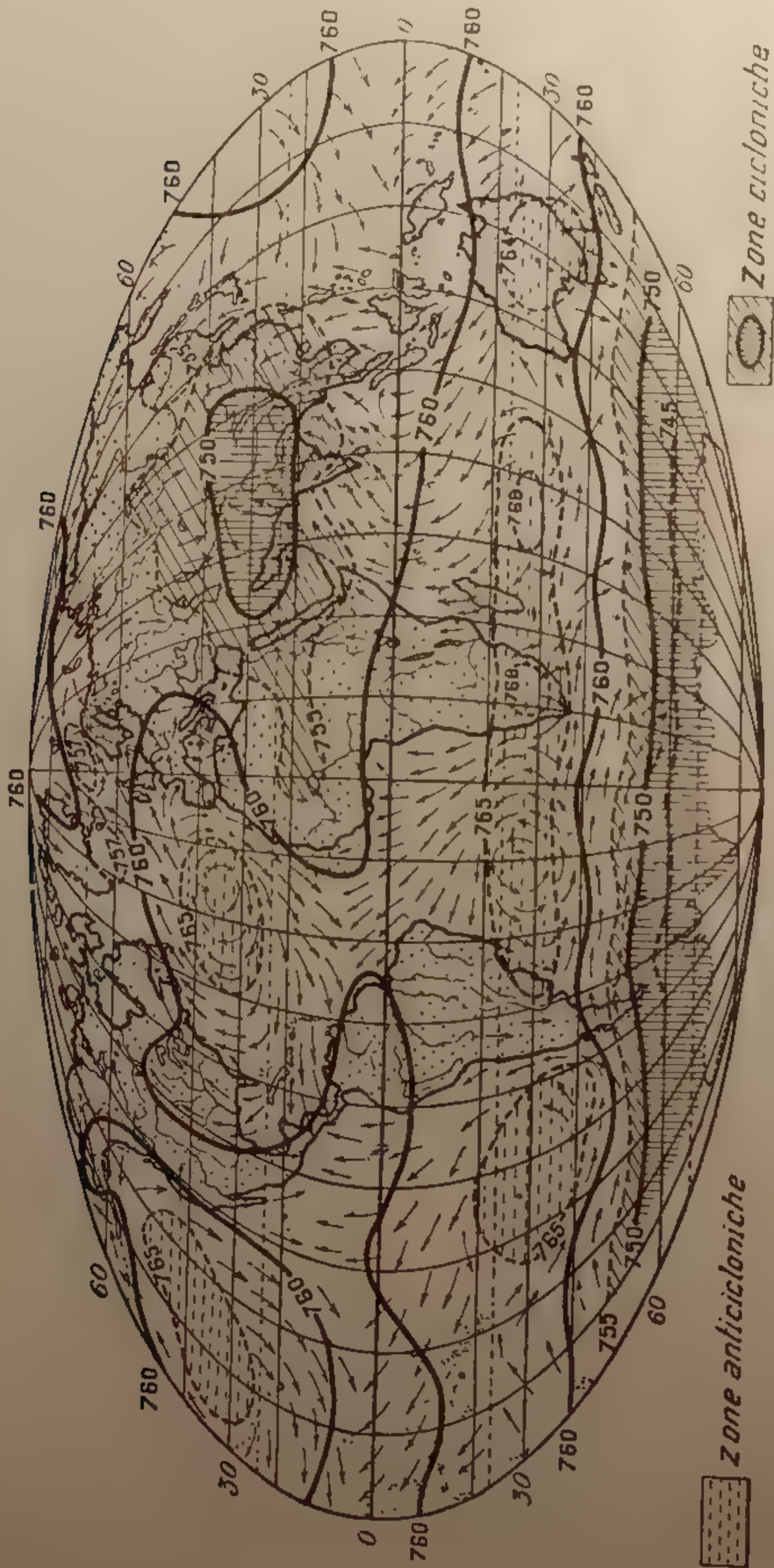



Fig. 77. — Isobare e venti nel luglio

rapidamente e l'aria fredda scende dalle 22 fino al mattino, dando luogo alla *brezza di monte*, la quale scaldandosi adiabaticamente (1° ogni 100 m. di discesa) fa sì, che l'aria si espanda colà, dove raggiunge temperature superiori a quella dell'aria atmosferica a pari livello, dando luogo sui fianchi montuosi a fasce termicamente riparate dal raffreddamento, che i montanari usufruiscono per le coltivazioni.

§ 69. — VENTI LOCALI. — Sono venti determinati da particolari situazioni isobariche, in relazione alle locali condizioni morfologiche del suolo. Si può dire che ogni regione, specie montuosa, abbia il proprio vento caratteristico. Fra i più noti da noi sono: la *bora*, vento invernale di NE, sull'alto Adriatico, dovuto al fortissimo gradiente, che si presenta nei periodi di forte bassa pressione adriatica in contrasto con la vicina alta pressione della Penisola Balcanica. Essa scende sotto forma di violenta cateratta di aria fredda, dai valichi nevosi delle Alpi Dinariche, su Trieste, l'Istria, la Dalmazia e può raggiungere i 100-120 km. orari, causando danni e disgrazie.

Equivalente alla bora è il *mistral* (maestrale), vento secco e freddo che scende da NNO incanalato lungo la valle del Rodano, dalle alte pressioni invernali dell'Europa Centrale verso la depressione mediterranea. I centri isobarici essendo

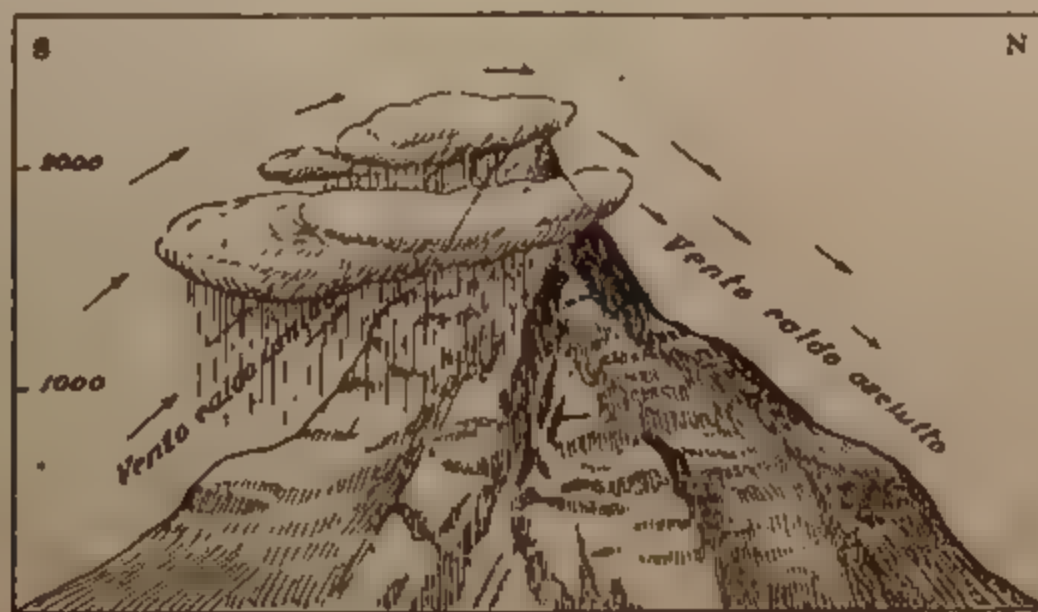



Fig. 78. — Origine del Föhn.

più distanziati fra loro, presentano un minore gradiente e il vento ha velocità minore.

Lo *scirocco* è pure un vento richiamato dalle basse pressioni invernali del Mediterraneo, che proviene dal lontano anticiclone tropicale dell'Africa mediterranea. Di provenienza desertica è caldo e secco (*camsìn* in Egitto, *Simùm* in Algeria, *ghibli* in Libia), ma attraversando il Mediterraneo con velocità ridotta, si carica di vapori e arriva sulle coste del Tirreno e dell'Adriatico carico di umidità e apportatore di pioggia.

Il *Fohn* è un vento montano, proprio di alcune vallate transalpine (Svizzera e Tirolo), caldo, secco, violento, che discende dalle cime meridionali delle Alpi per più giorni, facendo sciogliere le nevi, favorendo la maturazione dei raccolti, ma anche disseccando le piante. Si nota anche sul versante settentrionale dell'Appennino.

Esso è dovuto, in primavera ed autunno, a periodi di alta pressione sul bacino Mediterraneo, mentre le basse pressioni invadono l'Europa di NO. L'aria, obbligata a salire e raffreddarsi sulle creste montuose, si spoglia di tutti i suoi vapori condensandoli in pioggia sul versante italiano, mentre precipita poi sul-

l'opposto versante, riscaldandosi, per il fenomeno adiabatico nella compressione, man mano che scende sul fondo delle valli, dove stagna come aria calda ed asciutta (fig. 78).

§ 70. — Venti ciclonici. — Le medie latitudini di basse pressioni, così su un'emisfero che sull'altro, sono attraversate da periodiche profonde depressioni barometriche (*cicloni*) — che si originano forse, come moti ondosi, nella tropopausa, dove come sappiamo, si ha una superficie di

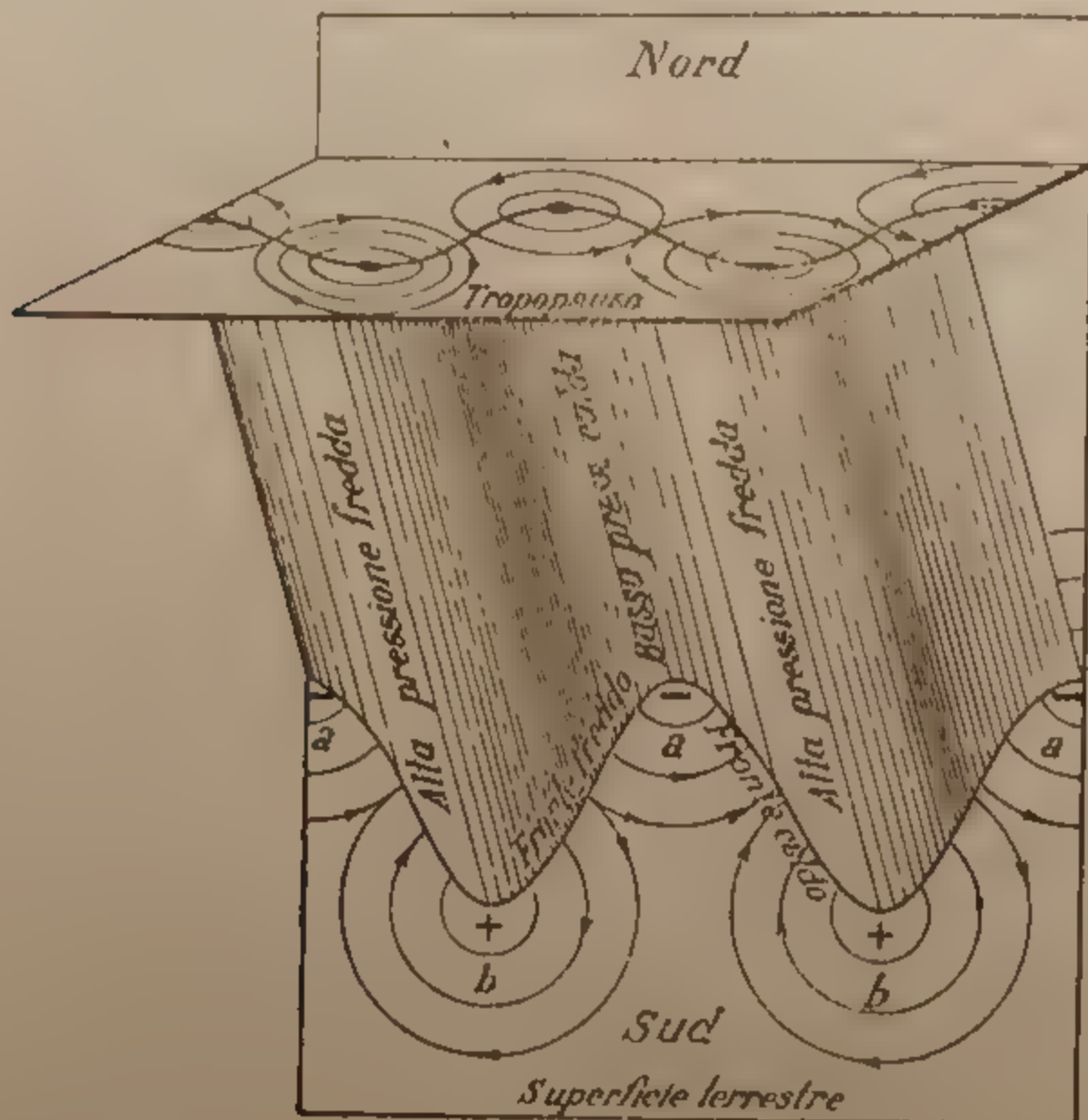



Fig. 79. — **Rappresentazione schematica della formazione dei cicloni.**

discontinuità — le quali tendono a spostarsi verso oriente, allargando e deformando la propria area e diminuendo di gradiente fino a colmarsi; cosicchè i venti che vi ruotano attorno, violenti all'origine, vanno man mano diminuendo di forza, fino a cessare.

Secondo le più recenti teorie sull'origine dei cicloni (scuola norvergese del Bjerknes), per il diverso movimento delle masse d'aria nella *troposfera* e nella *stratosfera*, si formerebbero nella *tropopausa* delle onde trasversali, lunghe circa 2000 km. (fig. 79), che si trasmetterebbero dall'alto in basso e si manifesterebbero, presso il suolo, attorno al 30°-40° parallelo, come lingue di aria calda tropicale (*zone cicloniche, a*), alternate da lingue di aria fredda polare (*zone anticicloniche, b*). La superficie di discontinuità termica fra l'aria fredda polare (*anticiclone, b*) e il nucleo caldo tropicale (*ciclone, a*), dà origine a venti che girano, con la legge già nota, per cui si hanno correnti aeree meridionali ad oriente (*fronte caldo*, dove la pressione diminuisce, e venti settentrionali ad occidente (*fronte

freddo), con aumento di pressione, per cui i cicloni si spostano sempre verso oriente. I venti occidentali freddi di aria pesante, che scendono sul fondo della depressione ciclonica, finiscono col sostituirsi al nucleo caldo del ciclone, che si riduce e si stacca dalla superficie terrestre (*ciclone occluso*), innalzandosi nella troposfera fino a scomparire.

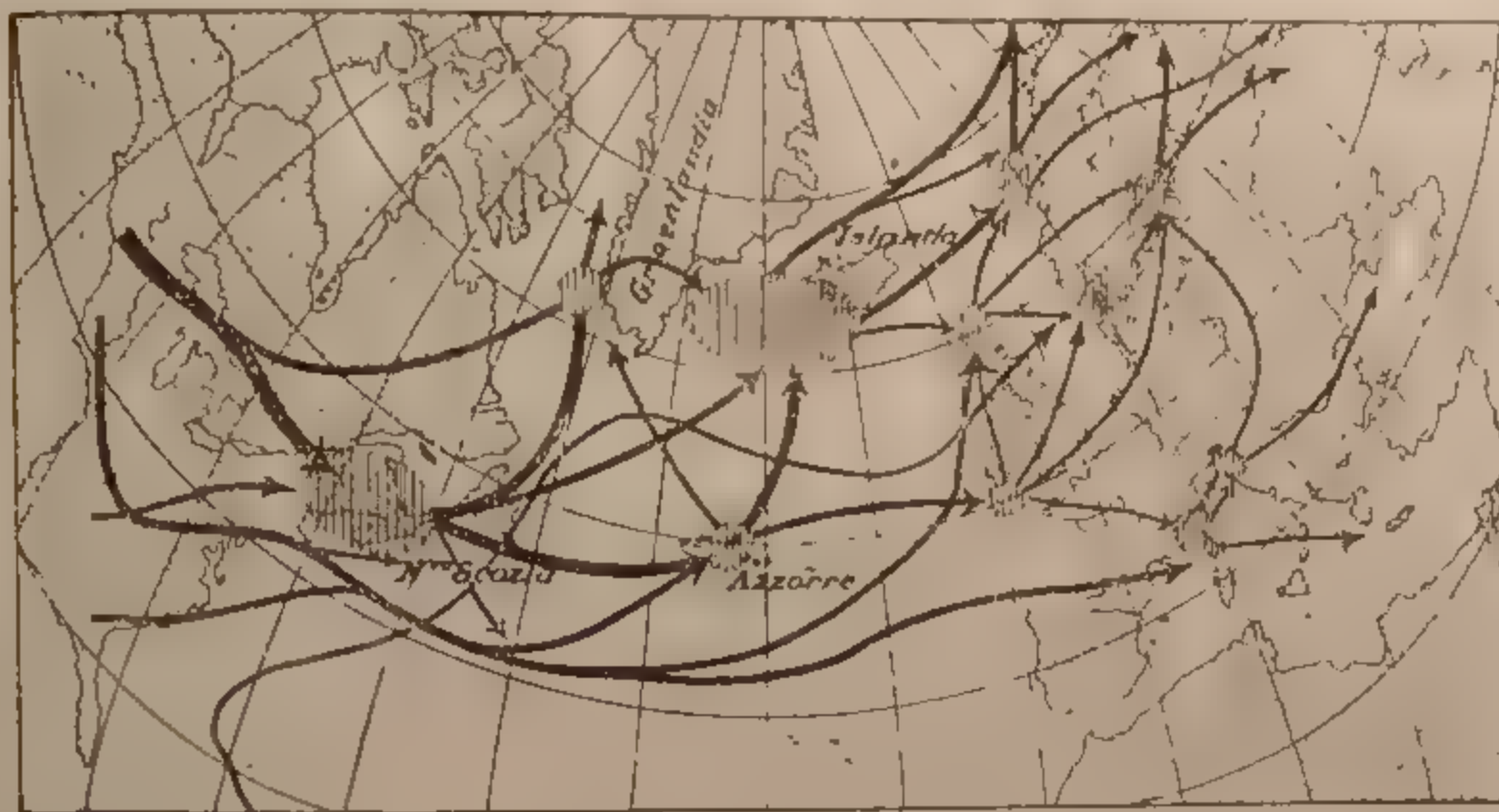



Fig. 80. — Traiettorie dei cicloni atlantici.

I cicloni atlantici settentrionali, apportatori di piogge, che si sviluppano con più profondità dove vi sono forti contrasti termici (Grandi Laghi americani, Nuova Scozia, Islanda), seguono la calda Corrente del Golfo e convergono verso l'Europa, dove seguono prevalentemente tre traiettorie, a seconda delle stagioni: una prima settentrionale oceanica, a nord delle Isole Britanniche o verso il Mar Baltico, sarà seguita specialmente in inverno, quando il Continente europeo è coperto dall'anticiclone siberiano; una seconda prevalentemente autunnale e primaverile, si dirige verso il Mediterraneo, e confluisce al G. di Genova e all'alto Adriatico, quando questo bacino rimane scoperto dall'alta pressione tropicale; infine la terza va attraverso le calde pianure del centro d'Europa, durante i mesi d'estate, quando l'anticiclone tropicale si estende sul Mediterraneo (fig. 80).

Fig. 81. — Traiettorie dei cicloni tropicali nei due emisferi.

Caratteri diversi hanno i *cicloni tropicali* delle regioni calde degli oceani, fra i 10° e 20° lat N e S, quali i *tifoni*, propri dell'Oceano Indiano e del Mar Cinese, e gli *hurricani* delle Indie Occidentali (figg. 81 e 82), dove la fronte fredda e quella calda, per contrasti di temperatura, sono molto ravvicinate, con un diametro assai ristretto, di un centinaio di km., che poi si allarga fino ad un

migliaio, con venti i quali ruotano con velocità di 150-230 km/ora, attorno ad una zona centrale relativamente calma e si spostano rapidamente verso oriente, dando luogo a *trombe marine*, che aspirano l'acqua del mare e rendono pericolosa la navigazione e a *trombe terrestri*, che rovesciano e sollevano quanto incontrano al loro passaggio.

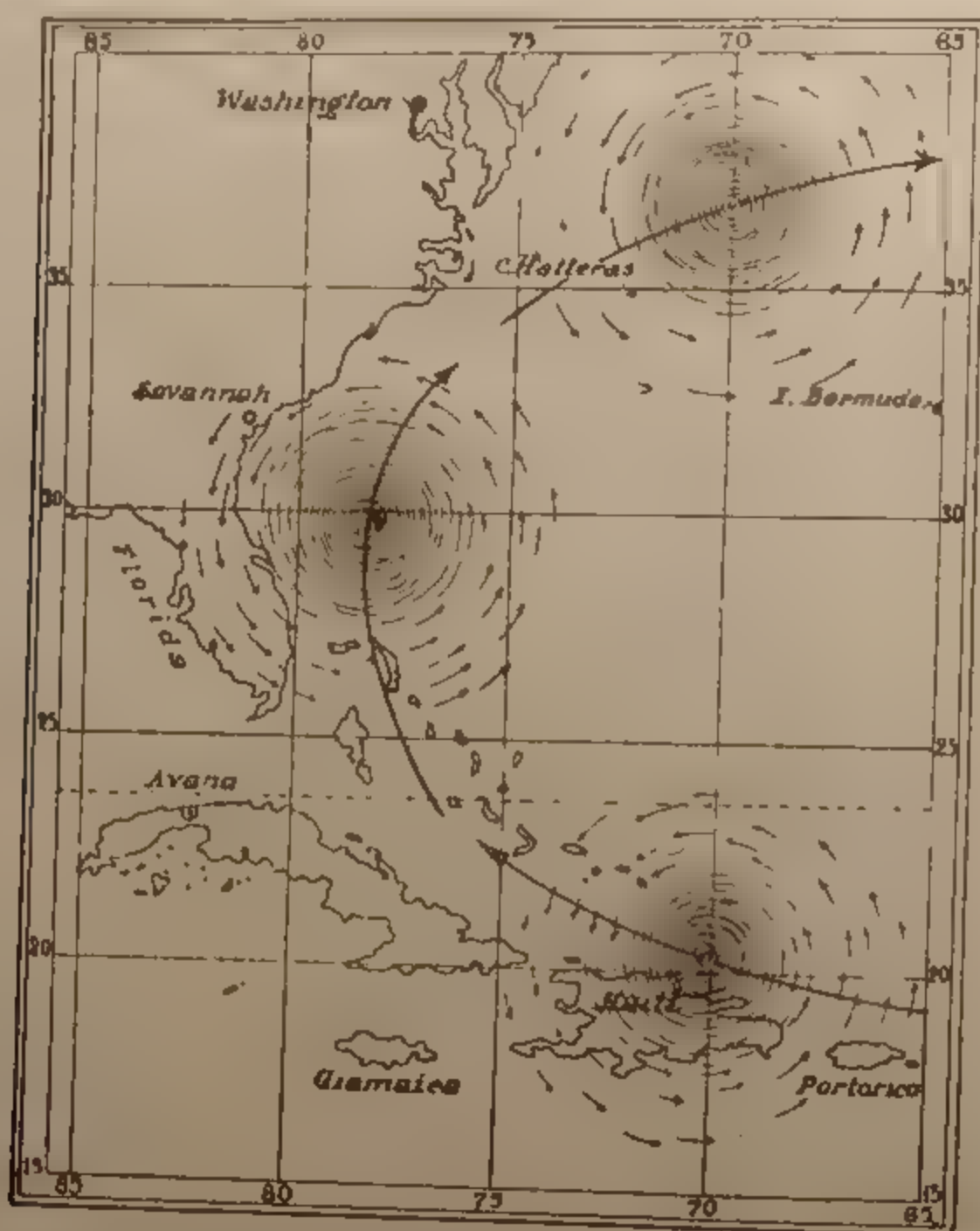



Fig. 82. — Rotazione dei venti attorno ai cicloni (*hurricani*) nelle Indie Occidentali.

§ 71. — L'UMIDITÀ NELL'ATMOSFERA. — Nella atmosfera esiste sempre una certa quantità di acqua allo stato di vapore, continuamente rinnovata dalla *evaporazione* delle acque terrestri ed oceaniche, della quale l'intensità è in funzione diretta della temperatura dell'aria e della ventosità, ed inversa dell'umidità dell'aria. La quantità di vapore nell'atmosfera non può superare certi limiti, dipendenti dalla temperatura dell'aria; quando questo limite è raggiunto l'aria è *satura* e ogni aggiunta di nuovo vapore dà luogo alla *condensazione* parziale di esso, cioè al ritorno allo stato liquido.

L'*evaporazione*, cioè il passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello aeriforme, avviene alla superficie del liquido e a spese del calore (per ogni grammo d'acqua evaporato il liquido perde circa 600 calorie), per cui se non viene fornito calore (condizione adiabatica), la temperatura tende ad abbassarsi e si attenua l'evaporazione.

Quanto alla umidità atmosferica è necessario distinguere due concetti fondamentali: l'*umidità assoluta* e quella *relativa*

L'*umidità assoluta* è la quantità di vapore acqueo, espressa in grammi, contenuta in un mc d'aria. Ma siccome il peso del vapore acqueo è proporzionale alla pressione esercitata da questo, si suole rappresentare l'umidità assoluta in *millimetri* di pressione barometrica o, come si dice, di *tensione*, oppure in *millibar*.

L'*umidità relativa* è il rapporto percentuale fra la tensione effettiva del vapore a una data temperatura (umidità assoluta), e quella che avrebbe se fosse satura alla stessa temperatura. Così quando si dice che l'umidità relativa è del 90%, significa che l'aria, a quella temperatura, può assorbire ancora il 10% di vapore, oltre il qual limite l'aria diventa satura. L'umidità relativa si misura con strumenti detti *igrometri*.

L'*umidità assoluta* aumenta coll'aumentare della temperatura (è massima nei mari tropicali e di giorno); mentre l'*umidità relativa* aumenta col diminuire della temperatura (è massima nelle zone fredde e di notte).

Abbassandosi il punto di saturazione con la temperatura, ogni raffreddamento dà luogo alla condensazione del vapor d'acqua, in forma liquida (rugiada, nebbia, nubi, pioggia) o solida (brina, neve, grandine), più intensa nei paesi e nelle stagioni fredde.

Il raffreddamento, causa precipua della condensazione del vapor d'acqua atmosferico, può avvenire per:

a) irradiamento del calore nella parte bassa dell'atmosfera, nelle notti calme e serene, il che dà luogo a *nebbia*, a *rugiada*, a *brina* sulle superfici fredde.

b) per differenza di temperatura ed umidità fra due masse d'aria vicine, che vengono a scivolare l'una sull'altra; per questo i venti meridionali, per il progressivo raffreddamento degli strati d'aria cui vanno incontro verso nord, determinano la formazione di nebbie, di nubi, di piogge; mentre i venti dei quadranti settentrionali, che scendono verso zone più calde, rasserenano l'aria;

c) per il miscuglio di due correnti aeree a temperatura e umidità differenti per cui risulta una massa d'aria a temperatura intermedia e soprasatura e si ha quindi la condensazione;

d) per la rarefazione dell'aria nei suoi movimenti ascendenti, con conseguente raffreddamento (l'aria si raffredda di circa 1° C. ogni 100 m. di sollevamento). Si ha quindi la formazione di nebbie, nubi e piogge, specialmente nelle zone equatoriali di bassa pressione (*piogge equatoriali*), nelle aree cicloniche (*piogge cicloniche*), lungo i versanti dei monti e lungo le coste marine (*piogge di versante*); mentre nelle zone ad alta pressione ad aria discendente, che si comprime e si riscalda, si ha serenità e buon tempo; così sotto l'alta pressione tropicale (*deserti*) e d'inverno nell'interno dei continenti delle alte latitudini.

§ 72. — FORME VISIBILI DEL VAPORE D'ACQUA NELL'ATMOSFERA. — Quando la condensazione del vapor acqua, a forma di goccioline attorno a nuclei di condensazione (pulviscolo, particelle igroscopiche) sospese in aria, avviene presso il suolo, si ha la *nebbia*, frequente nelle ore e stagioni fredde, nei luoghi umidi, sui laghi, sui mari ecc.

Quando la condensazione del vapor d'acqua ha luogo ad un'altezza più o meno grande nell'atmosfera (spesso per moti convettivi della massa d'aria) si hanno le *nubi*, formate da goccioline d'acqua o da aghetti di

ghiaccio nelle alte regioni dell'atmosfera, che tendono a cadere per forza di gravità, ma che nella loro discesa si dissolvono e si rinnovellano di continuo, a seconda che attraversano strati dell'atmosfera più o meno saturi di vapore.

La *nebbia* può essere determinata dalla irradiazione notturna, con aria calma e cielo sereno, per cui l'aria presso il suolo diviene più fredda di quella soprastante e si formano goccioline d'acqua, che rimangono sospese nell'atmosfera vicino al terreno, come la sera al tramonto o la mattina al levar del Sole Oppure si ha per scorrimento di aria più fredda su aria calda, come le nebbie sui laghi e sui fiumi; infine per l'invasione di aria tepida marina, che si raffredda sopra i continenti, come sulla Europa di NO, bagnata dalla Corrente del Golfo, presso il Banco di Terranova ecc.

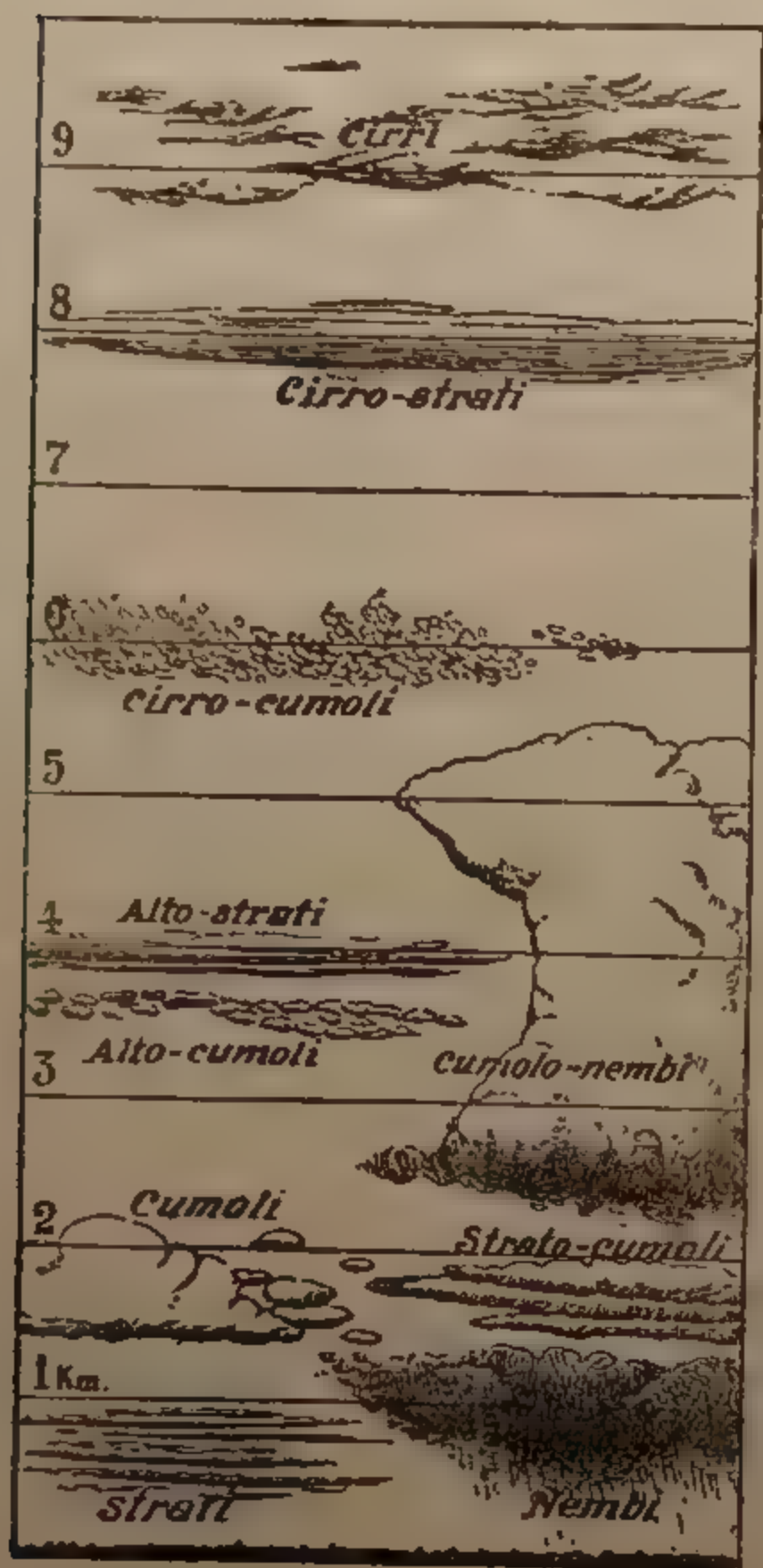



Fig. 83. — Forme ed altezza delle nubi.

Le *nubi* hanno la stessa genesi delle nebbie e le loro goccioline, sospinte e trasportate dai moti dell'aria, dànno luogo a forme diverse, a secondo dell'altezza nella troposfera e della direzione del vento, orizzontale (*strati*) o verticale (*cumoli*). Lo studio delle nubi permette quindi di riconoscere i fenomeni che si svolgono nella zona elevata della troposfera.

Le nubi per la loro costituzione, aspetto ed altezza si possono distinguere in (fig. 83):

a) *nubi di ghiaccio superiori* (altezza media da m. 8000 a 10.000), isolate, bianche, filamentose (*cirri*), o a strati orizzontali (*cirro-strati*) fra 7-800 m.;

b) *nubi di ghiaccio medie* (fra i 5000 e i 6000 m.) alquanto più dense ed oscure, con bollicine anche d'acqua (*cirro-cumoli*). Queste ultime presagiscono un cambiamento di tempo (*cielo a pecorelle*);

c) *nubi di acqua inferiore* (fra i 1000 e i 5000 m.), dense, oscure e ad orlo stracciato, di aspetto stratificato (*strato-cumoli*), oppure compatte, bianco-nere, con contorno netto, frequenti nelle aree cicloniche, e che dànno luogo a pioggie (*cumolo-nembi*).

d) *nubi d'acqua basse*, dovute alle correnti ascendenti diurne, a grandi volute bianche (fra i 1400 e i 3000 m.), sopratutto in montagna e nelle ore calde d'estate (*cumoli*), o a più piccole volute isolate (*alto-cumoli*) o stratificate (*alto-strati*) fra i 3500 e i 4000 m.; talora invece compatte, bianco-grigiastre fra i 2400 e i 5000 m., cariche di pioggia e che si spostano con grande rapidità, sotto l'azione di venti forti (*cumolo-nembi*); quindi i *nembi*, poco superiori ai 1000 m., sono

informi, scuri, forieri di temporale e danno piogge violenti e grandine; finalmente le nebbie elevate, sotto i 1000 m., che non si risolvono in pioggia (*strati*)

Chiamasi *nebulosità* la quantità di cielo visibile coperto, espressa in decimi Il massimo della nebulosità si ha nelle regioni equatoriali e sugli oceani.

L'acqua di condensazione dell'atmosfera, quando si forma in grande abbondanza, dà luogo alle *precipitazioni*, che cadono sul suolo in forma liquida (*pioggia*) o solida (*neve*, *grandine*), a secondo della temperatura in cui si sono formate.

Le precipitazioni hanno grandissima importanza per tutti i fenomeni geografici e vanno considerate nei loro due elementi, di *quantità*, espressa in mm. di acqua caduta sull'unità di superficie (il mq.; ogni mm. d'acqua su un mq. — 1 litro), e di *frequenza*, espressa in giorni, nel periodo considerato (la quantità di acqua caduta si misura col *pluviometro*).

La *neve* è dovuta al passaggio diretto del vapor d'acqua dallo stato aeriforme a quello solido, dove la temperatura è inferiore a 0°, ciò che avviene quasi sempre alle alte latitudini e a forti altitudini, e da noi nella stagione fredda. Essa è costituita da esili cristallini di ghiaccio a sei punte, intrecciati fra loro, con molta aria intermedia, a forma di *fiocco* leggero, che scende lievemente in aria calma.

La *grandine*, costituita da chicchi di ghiaccio informe, stratificato, cade di solito durante i temporali estivi ed è dovuta ad un rapido e forte raffreddamento, dell'aria per violenti moti ascendenti, favorito da perturbazioni elettriche che l'accompagnano. **È uno dei flagelli distruttori della vegetazione.**

La *rugiada* è costituita da minute gocce d'acqua posate sulle superfici fredde, dovute alla condensazione di bassi veli di vapore, nelle ore notturne delle stagioni tepide e calde; la *brina*, che dipende dagli stessi motivi nelle stagioni fredde, è invece costituita da piccoli ghiaccioli, ed è dannosissima per le colture, poichè, se è tardiva, compromette interi raccolti.

§ 73. — DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI SUL GLOBO E REGIMI PLUVIOMETRICI. — Le grandi differenze nella ripartizione delle pioggie sulla superficie terrestre, sono poste in evidenza dalla carta delle *isoiete*, linee immaginarie, le quali uniscono tutti i punti del Globo aventi la stessa somma media di quantità di pioggia.

Le zone di piovosità presentano rapporti colla distribuzione dei continenti e dei rilievi montuosi; tantochè l'Emisfero nord, anche per le precipitazioni, è più ricco di contrasti di quello sud.

Tenendo conto delle influenze dirette sulle precipitazioni, si riscontrano:

I massimi di piovosità annua sono nella fascia di minimo barometrico delle *calme equatoriali* (Konakry nella Guinea, mm. 4802; Apia nelle Is. di Samoa, mm. 2884; Colon nel Panamà, mm. 3235), nella *zona monsonica* dell'Asia meridionale (Gati Occidentali, Mahabaleshwar, mm. 8035; Cina, Hong-Kong, mm. 2291; Giappone, Tokio, mm. 1470), nelle *zone cicloniche* delle alte latitudini (Alasca, Islanda, Scandinavia ecc.).

I minimi di piovosità sono localizzati nelle *regioni circumpolari* di alta pressione (Alto Canadà, Forte Simpson mm. 331; Siberia, Verchojansk mm. 126); nelle *aree anticicloniche tropicali* (Sahara, Bir Ghardaia mm. 104; Arabia, Suez mm. 26; Australia interna, Cue mm. 182; costa Africa Australe, Port Nolloth mm. 58;

Fig. 84. — Distribuzione annua delle piogge sul Globo.

occidentale del Cile, Copiapò col minimo di tutto il Globo, mm. 8 di pioggia annua); negli *altipiani* circondati da catene montuose, come nell'Asia Centrale (Cashgar mm. 46) e negli Stati Uniti centrali (Denver mm. 350) ecc.; nelle zone *desertiche*, la cui deficienza di pioggia è supplita, in parte, dalla condensazione di un'abbondante rugiada, per irradiamento notturno (fig. 84).

Influenza capitale hanno poi la situazione e direzione delle *catene montuose* rispetto ai venti umidi, giacchè esse fanno da condensatori dell'umidità (piogge di versante) sul lato esposto e riparano il versante interno. Sul Pacifico, il versante cileno delle Ande ha mm. 2000 di pioggia annua, quello argentino (Pampas) mm. 300; nell'Himalaja il versante indiano supera i mm. 3000 (Cherrapunge mm. 12.040), contro mm. 250 del versante interno tibetano.

Ma per la conoscenza dei climi interessa soprattutto il *regime delle precipitazioni*, cioè la ripartizione delle piogge nei vari mesi o stagioni dell'anno, regime che influenza tutta l'attività fisica, biologica ed economica delle singole regioni.

Si possono distinguere sei regimi principali di precipitazioni:

a) *Regime della zona tropicale*. Esso dipende quasi esclusivamente dalla latitudine: le piogge seguono lo spostarsi delle basse pressioni equatoriali, a nord e a sud nei vari mesi, con un massimo di pioggie al passaggio del Sole allo zenit del luogo, quando è maggiore la rarefazione atmosferica.

All'Equatore i due passaggi del Sole allo zenit avvengono a sei mesi di distanza fra loro (marzo e settembre); ma innalzandoci di latitudine, questi due passaggi si ravvicinano, mentre al tropico il Sole non giunge allo zenit che una volta l'anno. All'Equatore avremo quindi due massimi di pioggia, al tropico uno solo, e nelle latitudini intermedie si manifesteranno due periodi di siccità, più o meno ravvicinati, corrispondenti ai mesi in cui il Sole è più lontano dallo zenit; periodi che sono invertiti nell'uno e nell'altro emisfero.

Il *regime tropicale* presenterà dunque tre tipi (fig. 85): *tipo equatoriale* senza stagione secca e con due massimi in primavera ed autunno, alla distanza di sei mesi, come nell'Uganda (Mengo) e nella Guaiana; *tipo sub-equatoriale* con due stagioni secche, o diminuzione di pioggia (Congo, Abissinia), grande e piccola, invertite da una parte e dall'altra dell'Equatore; *tipo subtropicale* propriamente detto, con un solo periodo, da 3 a 4 mesi, di piogge violente, ed un lungo periodo secco (Sudan, Senegambia, Rhodesia, Niassa Blantyre, Matto Grosso ecc.).

b) *Regime mediterraneo*. Questo regime, proprio del nostro bacino, rappresenta la zona di passaggio al regime delle alte latitudini. I periodi delle piogge sono regolati dallo spostarsi dell'anticiclone tropicale, che nella nostra estate, copre gran parte del bacino Mediterraneo, con tempo sereno ed asciutto; mentre durante l'inverno, spostandosi l'anticiclone di una decina di gradi a sud, permette ai venti umidi occidentali atlantici d'invadere la zona mediterranea. Esso è quindi dato da una stagione secca estiva e piovosa invernale.

Per la situazione inclinata del Bacino Mediterraneo da NO a SE, l'anticiclone tropicale, nell'abbassarsi verso l'Equatore, scopre prima il bacino occidentale,

poi quello orientale, il quale a sua volta, 6 mesi dopo, è ricoperto prima che non l'occidentale. Di qui un *tipo oceanico* (Lisbona), a piogge più prolungate autunnali e invernali (settembre-aprile), in Spagna, Marocco, Algeria, Sicilia, ed un *tipo continentale* (Gerusalemme), a periodo piovoso più breve (dicembre-maggio), in Libia, Grecia e Asia Minore (fig. 85).

c) *Regime desertico* (inferiore ai 250 mm. di pioggia annua). Risulta da una progressiva diminuzione delle piogge, così del regime tropicale, come di quello mediterraneo; ma il centro dei deserti caldi (Sahara, Arabia), sempre coperto dall'alta pressione tropicale, è completamente secco. Lo stesso avviene per i deserti dell'emisfero sud: Calahari, Australiano, Argentino.

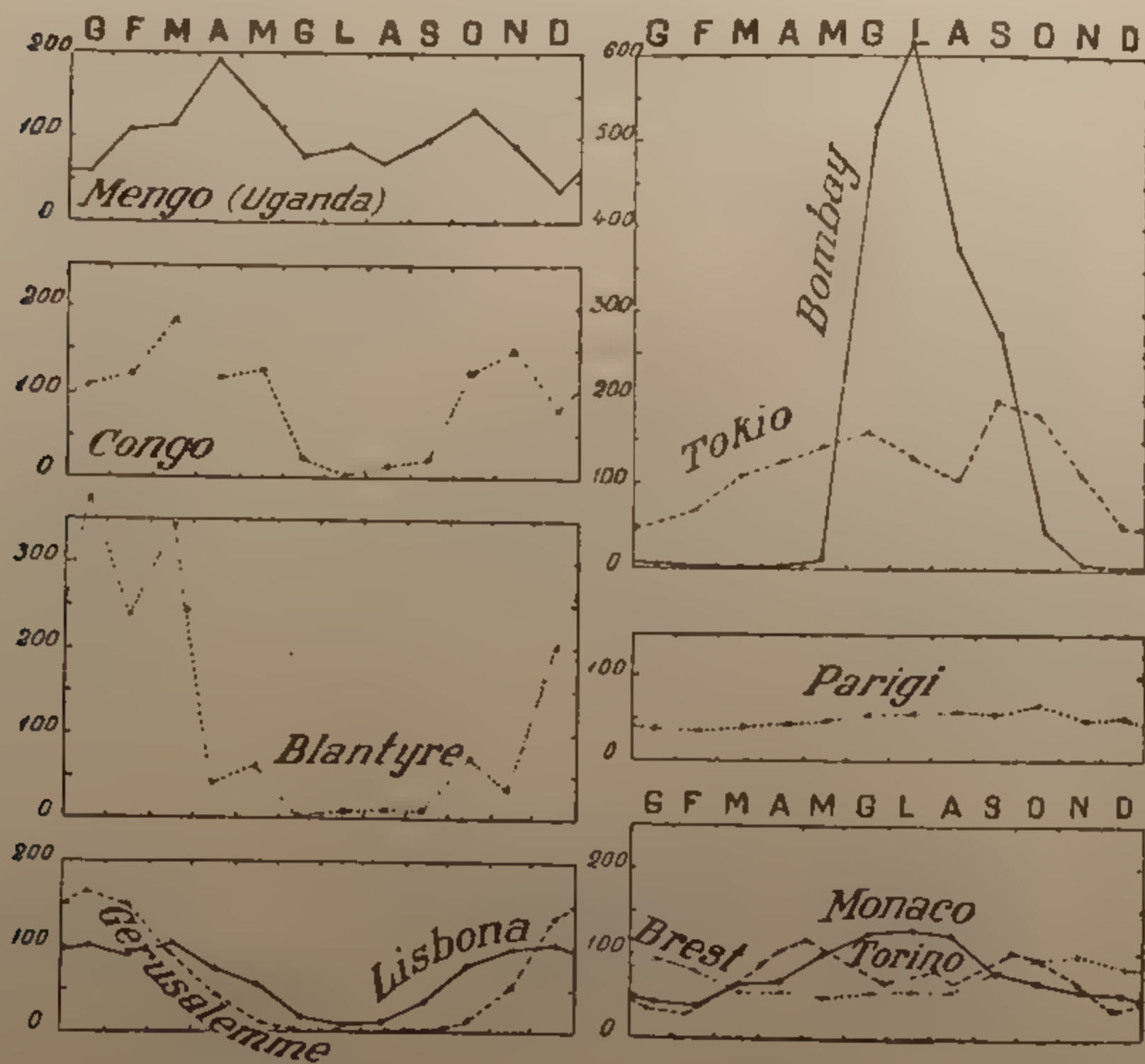



Fig. 85. — Regimi pluviometrici caratteristici.

La fascia dei deserti freddi continentali delle alte latitudini, nel cuore del Continente Asiatico (Turchestan, Tibet, Gobi), è dovuta invece all'arresto dei monsoni umidi estivi da parte delle catene himalaiane e all'alta pressione siberiana che li ricopre d'inverno; quelli del Continente Americano settentrionale (Gran-de Bacino, Messico) all'esser chiusi tutto all'intorno da catene montuose.

d) *Regime delle alte latitudini*. Esso è influenzato dalle zone termiche, da cause generali (distribuzione delle terre e dei mari, orientamento delle coste e delle catene montuose) e dai venti regnanti nei vari mesi (marittimi umidi o continentali secchi). In generale manca quasi una vera stagione secca; vi sono solo stagioni più o meno piovose variamente distribuite.

Vi sono tre tipi di regime pluviometrico: *tipo continentale* (Monaco di Baviera), che è quello normale, con un massimo estivo, per la diminuzione della pressione siberiana e canadese (Europa Centrale, Russia, Siberia ecc.), *tipo oceanico* (Brest, Parigi) con tutti i mesi piovosi ma con prevalenza di piogge invernali, per l'influenza delle basse pressioni marittime occidentali (Europa occidentale, Isole Britanniche, Penisola Scandinava, Stati Uniti occidentali), *tipo di transizione subcontinentale* (Torino), con piogge prevalenti nelle stagioni intermedie (piogge equinoziali), allo scambio delle basse pressioni fra il mare e la terra (Francia orientale, Italia settentrionale ecc.). (fig. 85).

e) *Regime monsonico*. Determinato da venti marittimi umidi o continentali asciutti, ha periodi stagionali nettamente distinti, con sei mesi di abbondanti piogge estive, quando sul continente predomina la bassa pressione, e altrettanti di asciuttore invernale, quando l'anticiclone copre il continente.

Nell'India (Bombay) con *tipo normale*, il contrasto è nettissimo fra le due stagioni; altrove (Indocina, Cina meridionale), il *tipo di transizione* col monsone invernale, proveniente da nord est e che attraversa il Mar Cinese meridionale porta piogge anche d'inverno nell'Annam, a Malacca, in Giappone (Tokio), che hanno due stagioni di piogge più accentuate (fig. 85).

f) *Regime polare*. Al di sopra del 60° di latitudine, sotto l'influenza dell'anticiclone si ha scarsità di precipitazioni nevose, mentre sul margine si risentono gli influssi delle zone cicloniche delle medie latitudini.

Il *tipo subpolare*, lambito tutto l'anno dai cicloni, ha precipitazioni quasi continue e nebbie abbondanti (Norvegia settentrionale, Terra del Fuoco); il *tipo* nettamente *polare*, sempre anticiclonico, ha scarse nevicate. Se però la zona ha montagne molto elevate (Antartide), anche qui si possono avere precipitazioni nevose abbondanti, per azione del rilievo.

§ 74. — PIOGGE CICLONICHE E PREVISIONE DEL TEMPO. — Le onde cicloniche, che da ovest ad est percorrono la fascia delle basse pressioni delle medie latitudini, sono apportatrici di periodi alterni di pioggia e di serenità, che caratterizzano il *tipo del tempo* nelle nostre regioni. Secondo la teoria della scuola meteorologica norvegese, il cavo dell'onda ciclonica tropicale è percorso da correnti di aria calda (fig. 86 a), che sulla fronte orientale, per essere più leggera, tende a salire sopra l'aria fredda anticiclonica, che circonda il ciclone, e raffreddandosi adiabaticamente, dà origine a formazione di nubi (cirri cirro-strati, alto strati, fino a 800 km. circa dal fronte ciclonico; mentre fra i 300 e i 50 km., si hanno *nembi* con precipitazioni abbondanti (fig. 86 b). Alle spalle del nucleo ciclonico tropica-

le, l'aria fredda polare, più pesante, tenderà ad incunearsi sotto l'aria calda ciclonica, che spinta in alto, darà luogo ad una ristretta area, di circa 70 km di larghezza, con *nembi* e precipitazioni temporalesche, le quali accompagnano la fine del ciclone.

Nelle zone delle medie latitudini, tenendo presente lo spostarsi verso [illegible] delle onde cicloniche, il modo di ruotare e la provenienza dei venti meridionali

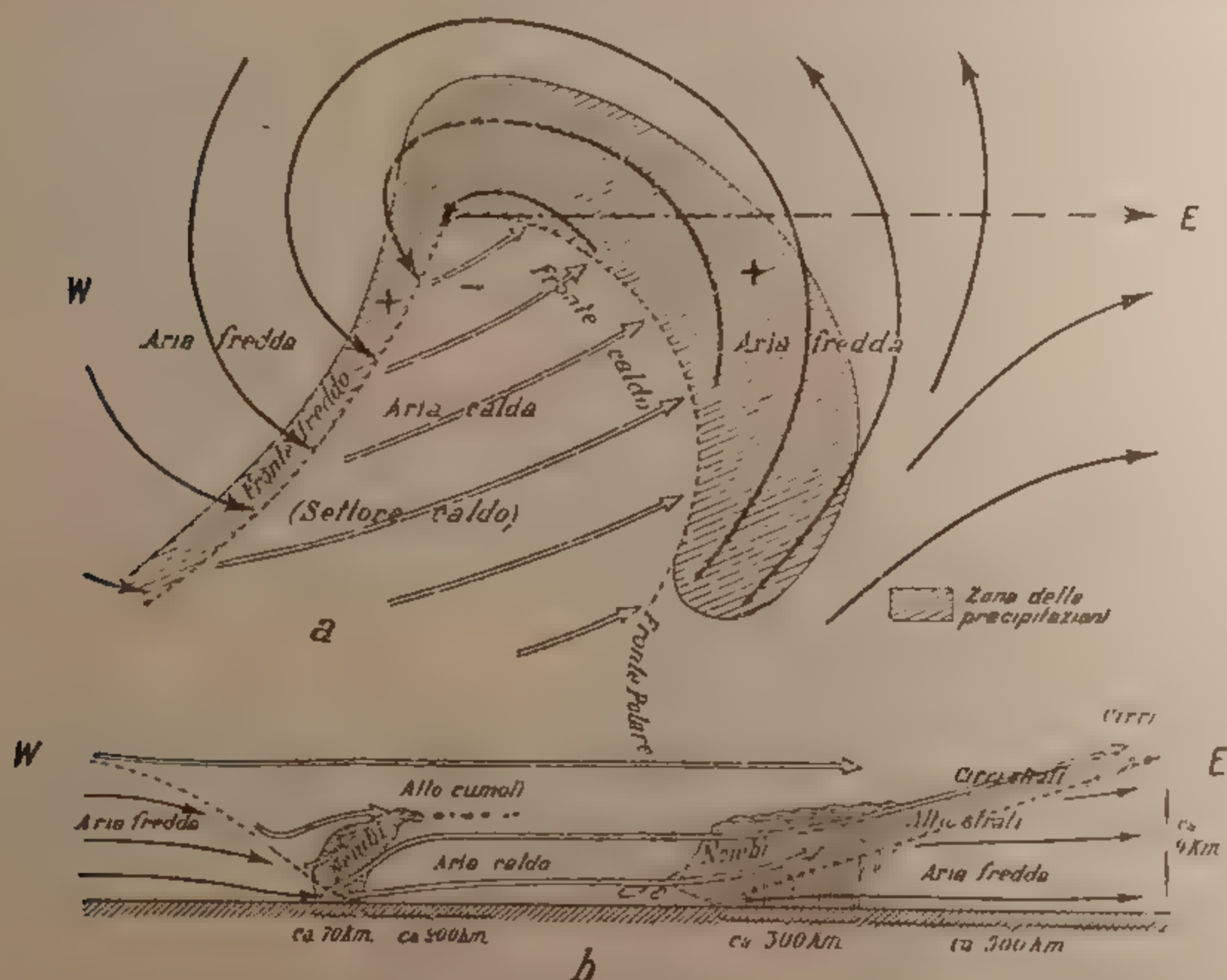



Fig. 86. — Schema delle precipitazioni cicloniche: *a*) planimetria, *b*) sezione verticale.

settentrionali attorno ad esse, nonchè la distribuzione giornaliera delle pressioni alle ore 8 del mattino sul nostro Emisfero, e seguendo alcune regole empiriche, si può prevedere il tempo probabile nelle 24 h successive. Ciò è fatto dagli *uffici presagi del tempo* dei principali Stati del Mondo, a servizio sopratutto della navigazione marittima ed aerea.

Cap. XIII.

I CLIMI

§ 75. — Tipi di clima. — Lo studio dei climi ha grande importanza per la Geografia, perchè l'azione del clima si manifesta su tutti i fenomeni geografici. Il clima agisce sopratutto sulla distribuzione della vita vegetale e animale, sui modi di vita, sulle condizioni economiche e sul grado

di civiltà degli uomini, così che lo studio dei climi serve ad interpretare numerose analogie geografiche e a spiegare i caratteri salienti dell'aspetto del paesaggio delle varie regioni.

I climi sono soprattutto caratterizzati dalla combinazione di due elementi meteorologici principali, considerati nella loro intensità, durata e variazione annua, e cioè la temperatura e l'umidità. Da questo punto di vista si distinguono: i *climi caldi, temperati* e *freddi*, ed insieme *climi umidi* e *secchi*.

Rispetto alla temperatura si diranno *climi caldi* quelli in cui la media di tutti i mesi raggiunge e supera i 20°, *temperati* quelli in cui la media oscilla fra 20° e 5°, *freddi* quelli in cui la media non supera i 5°. Per quanto riguarda l'umidità — che è in funzione, oltre che della quantità di pioggia, anche della evaporazione e quindi della temperatura — saranno mesi *secchi* quelli nei quali la somma delle precipitazioni, misurata in millimetri, è inferiore al doppio della temperatura, misurata in gradi. Così sarà secco un mese che avrà meno di 50 mm. di pioggia nei climi caldi, meno di 20-50 mm., nei climi temperati, meno di 10 mm. nei climi freddi.

L'Emisfero nord continentale del nostro Globo, presenta i maggiori contrasti climatici.

Si possono distinguere sulla superficie della Terra, 6 grandi gruppi di climi, suddivisi in varietà di transizione: *caldi intertropicali, monsonici, desertici, subtropicali, temperati* e *freddi* (fig. 87).

1) *Climi caldi intertropicali*. Temperature medie, di tutti i mesi dell'anno, sempre superiori a 20°, con oscillazioni fra le medie estreme inferiori a 5°, ma con variazioni diurne molto sensibili.

Questi climi hanno la loro massima espressione in Africa, tra i tropici. Le differenze stagionali sono date soprattutto dal regime delle piogge, le quali possono essere continue durante tutto l'anno, come nelle regioni equatoriali, oppure con una o due stagioni di pioggia, separate da stagioni secche, quando il Sole passa allo zenit del luogo, nelle regioni comprese fra l'Equatore e i tropici.

La mancanza di una stagione fredda, dà luogo ad un mondo nettamente distinto da quello delle altre parti del Globo, favorendo l'esuberanza della vita vegetale ed animale, a scapito dell'attività umana; mentre l'umidità assai forte e le alte temperature rendono questi climi mal sopportabili ai bianchi.

I climi caldi intertropicali si possono distinguere in tre tipi:

a) *Clima equatoriale* o *Amazzoniano*, sotto l'Equatore, caldo-umido, con atmosfera sempre umida, cielo nuvoloso, piogge quotidiane. Le precipitazioni complessive superano la media di due metri annui, e presentano due massimi corrispondenti al passaggio del Sole allo zenit (marzo e settembre); corrisponde alle regioni delle *foreste vergini* del Golfo di Guinea e del bacino del Congo in Africa e a quello dell'Amazzoni in America, nonchè delle Isole della Sonda.

b) *Clima subequatoriale* o *Sudanese*, fra l'Equatore e i tropici, presenta due stagioni di piogge assai ravvicinate fra loro, inframezzate da due brevi stagioni

Fig. 87. — Distribuzione dei principali tipi di clima sul Globo.

secche, quando il Sole passa e ripassa allo zenit del luogo; la temperatura è elevata. È il clima delle zone con *foreste a galleria*, della *savana*, delle popolazioni agricole stabili nel Sudan, Angola, Tanganica, altipiano Etiopico, delle *catingas* brasiliane, dell'Orinoco e dell'Australia settentrionale.

c) *Clima tropicale o Senegalese*. Ha una stagione secca prolungata e un solo periodo di [illegible] di piogge quando il Sole giunge al tropico; forma di vegetazione tipica è la *steppa*; gli abitanti sono nomadi (Senegal, [illegible] settentrionale dei deserti del Sahara e del Calahari, Mozambico, *campos* del Brasile e del Venezuela, Altipiano del Messico, limiti del Deserto Australiano).

2) *Climi monsonici*. Sono anch'essi climi caldi, ma propri delle terre che circondano l'Oceano Indiano, e sono caratterizzati dall'anno nettamente diviso fra una stagione secca invernale e una stagione estiva a piogge torrenziali, in relazione allo spostarsi della zona di bassa pressione dal continente al mare e viceversa; mentre nei periodi di transizione fra le due stagioni, si hanno violente perturbazioni atmosferiche (uragani, trombe, tifoni).

a) *Il clima Bengaliano*, proprio della valle del Gange e della costa della Birmania, ha piccolissime differenze di temperatura fra i vari mesi dell'anno, ma il semestre invernale secco è ben deciso e quello umido ricchissimo di precipitazioni, specie ai piedi della catena Himalaiana e nel Bengala (Mahabaleshwar, 8 m. di pioggia nel solo semestre estivo).

b) *Il clima Indù*, a nord dell'India centrale e sulle coste dell'Arabia e della Somalia, ha variazioni termiche stagionali maggiori, mentre diminuiscono le piogge e si prolunga la siccità, con passaggio anche ad un tipo desertico (deserto di Tarr, sull'Indo); mentre l'orientazione delle coste e delle catene montuose può produrre uno spostamento della stagione piovosa, come nell'Annam e nella Cina Meridionale.

c) *Clima Manciuriano*. Il regime monsonico delle coste orientali dell'Asia può raggiungere anche la zona temperata fredda, come in tutta la Manciuria e nel nord della Cina, dove durante i rigidi inverni, i venti continentali sollevano tempeste di neve secca; mentre d'estate i venti oceanici apportano piogge calde e afose.

3) *Climi desertici*. Si estendono per una larga fascia attraverso il Continente Antico, dal Sahara tropicale al Gobi continentale freddo, e altrove sotto i tropici, con piogge inferiori a 250 mm. annui, e con oscillazioni termiche diurne o stagionali molto accentuate.

a) *Climi desertici caldi* o *Sahariani* sono quelli dei paesi che si stendono sotto la fascia delle calme tropicali, nell'interno dei vari continenti, con forti riscaldamenti diurni e forti raffreddamenti notturni, con piogge del tutto sporadiche (deserti del Sahara, dell'Arabia, del Cile, del Calahari, dell'Australia) e sono inabitabili, tranne che nelle oasi.

b) *Climi desertici freddi* o *Araliani*. Si stendono fuori della zona calda, nell'interno delle grandi masse continentali dell'Emisfero nord, sugli altipiani asiatici alle sorgenti dell'Amur, e in America nel Gran Bacino e nell'Oregon; oppure nelle conche chiuse da catene montuose (depressione Aralo-Caspica), le quali fanno da schermo ai venti umidi. Le estati sono anche più calde, che sotto i tropici, ma gli inverni sono eccezionalmente freddi; però le variazioni stagionali permettono la vita di popolazioni nomadi.

4) *Climi sub-tropicali* o *temperati senza stagione fredda.* Sono propri delle medie latitudini, con una temperatura media annuale inferiore a 20°, solo per 4 mesi dell'anno le temperature si abbassano sotto i 10°, cosicchè si hanno estati calde, ma inverni assai miti, mentre le piogge sono distribuite per stagioni.

a) Il *Clima Mediterraneo* è la varietà più tipica di questi climi, che oltre a ritrovarsi sulle sponde del nostro mare e sulle coste atlantiche portoghesi si ha pure nella breve frangia delle coste della California e del Cile meridionale attorno al Capo di Buona Speranza e a Sidney in Australia.

Il suo regime termico esagera le oscillazioni di quello tropicale. Ha piogge durante la stagione fredda per le influenze cicloniche dell'Atlantico, mentre l'asciuttore estivo è dovuto all'anticiclone tropicale, che nello spostarsi verso nord ricopre il bacino Mediterraneo. Da Atene a Gerusalemme si accentuano la scarsità e la brevità del periodo delle piogge invernali, come pure l'eccesso dei calori estivi, che portano insensibilmente al clima desertico della Siria continentale e della Mesopotamia.

b) Il *Clima Cinese* ha un regime termico nettamente mediterraneo, ma il monsone asiatico, porta piogge abbondanti estive. Esso si stende su tutta la Cina meridionale (Sciangai), negli Stati Uniti meridionali, negli Stati rivieraschi del G. del Messico e del litorale atlantico (Luigiana e Florida).

5) *Clima temperato a stagione fredda.* È particolarmente esteso sul Continente europeo, e negli Stati atlantici del Nord America, dove dà luogo a tipi di clima *oceanici* o *continentali*, con inverni freddi e prolungati e piogge uniformemente distribuite durante l'anno.

a) Il *clima temperato oceanico* o *clima Bretone* ha umidità costante, inverno dolce, piogge minute, prolungate; alla primavera fresca e burrascosa succede una estate tarda, spesso piovosa, mentre l'autunno è bello e assai tepido.

Esso si estende sulle coste del G. di Guascogna, sull'Arcipelago Britannico, sulle coste della Colombia Inglese e sul Cile meridionale.

b) *Clima temperato di transizione* o *dell'Europa Centrale.* Man mano che ci spostiamo verso est, aumenta l'ampiezza delle variazioni termiche stagionali, l'inverno diventa sempre più freddo, l'estate precoce e calda. Le precipitazioni, nevose d'inverno, sono distribuite anche durante l'estate, ma sempre più scarse, cosicchè l'autunno prende il carattere di una stagione secca.

Questo clima si stende dalla Spagna centrale, attraverso la Francia settentrionale, alla Germania e alla Regione Ungherese, fino alla Russia meridionale. Nell'America questo clima si trova nell'interno degli Stati Uniti, nell'Argentina meridionale e sulle coste meridionali del Cile.

c) *Clima temperato continentale* o *Polacco.* Nell'inverno, in Polonia e nella Russia settentrionale, la neve copre il suolo durante molti mesi, ma per l'estendersi dell'anticiclone siberiano il cielo è limpido; la primavera si manifesta bruscamente, facendo fondere la neve, gonfiando i fiumi; ma l'estate è calda e piovosa, mentre l'autunno precipita rapidamente colle sue nevi e col gelo delle lunghe notti. In America questo clima si estende sulle coste degli Stati Uniti settentrionali atlantici, lambite dalla corrente fredda del Labrador, e nell'interno attorno ai Grandi Laghi.

6) *Climi freddi.* Hanno notti invernali lunghe, con scarse precipitazioni, temperature basse, mentre l'estate, relativamente umida, ha lunghe giornate tepide.

a) Il *clima freddo oceanico* o *Norvegese* — dovuto, così in Norvegia come in Islanda, nelle Is. Faroer e nelle Shetland, alle estreme diramazioni delle correnti [illegible] un tepido autunno, mentre l'estate è fresca e le piogge, sono uniformemente distribuite.

b) Il *clima freddo continentale* o *Siberiano*, si estende invece da un capo all'altro del continente Euro-asiatico, specie in Siberia, e su tutto il Canadà. Per l'estrema continentalità, la variazione di temperatura media stagionale oscilla tanto più, quanto più ci spostiamo verso la Siberia (a Ircutsk, quasi 40°); le precipitazioni diminuiscono gradatamente, cosicchè, in Siberia, l'inverno è una vera stagione secca.

c) *Clima artico* o *Groenlandico*. Dove i 4 mesi estivi non raggiungono +10°, non v'è possibilità di vita organica; quasi tutto l'anno il terreno è gelato; i ghiacciai scendono fino al mare, le precipitazioni sono sempre nevose. Si estende sulla Groenlandia, su tutte le terre circumpolari artiche e sull'Antartide, come pure, per effetto delle grandi altitudini, sugli alti massicci montuosi delle zone temperate e fredde (Alpi, Carpazi, Urali, Himalaia, Montagne Rocciose, Ande Argentine, Alpi Australiane).

§ 76. — Climi di montagna. — Per il fatto, che col salire di 100 m. in altitudine la *temperatura* diminuisce, in media, come se ci spostassimo verso i poli di un grado e mezzo di latitudine, v'è un parallelismo fra le zone climatiche, che si succedono in latitudine, e quelle che si riscontrano in altitudine, sui versanti di una montagna, tanto che i caratteri dell'alta montagna sono simili a quelli delle regioni polari.

Il carattere precipuo del clima di montagna è dato dalle grandi varietà locali, da un versante all'altro e da una valle all'altra, e dalla instabilità nelle diverse stagioni, mesi ed ore del giorno, per il prevalere dei fattori geografici.

Fig. 88. — Schema dei contrasti d'insolazione in montagna alle latitudini medie

La rarefazione dell'aria coll'altezza e conseguentemente la sua minore capacità termica, dà sulle cime montuose, oscillazioni diurne notevoli; mentre nelle valli strette e nei bacini chiusi, nei periodi di aria serena e calma, specie nelle Alpi Orientali, l'aria fredda più pesante scivola lungo i versanti, sul fondo delle vallate, cosicchè si ha spesso l'inversione della temperatura, con temperature più elevate sui versanti montuosi — dove si trovano le colture e i villaggi — che non sul fondo valle ombreggiato.

Le catene montuose elevate sono spesso barriere climatiche importanti, come ad esempio quelle dell'Himalaia e delle Montagne Rocciose, che separano i deserti continentali dalle regioni più piovose del globo.

Grande importanza, nelle nostre latitudini, dove il Sole non giunge mai allo zenit, ha l'*insolazione*, che è in rapporto colla pendenza media del versante montuoso. Infatti, come sappiamo, la quantità di energia solare, che giunge all'unità di superficie è in relazione con l'angolo d'incidenza dei raggi solari; quanto più,

il versante montuoso è disposto normalmente ai raggi solari, tanto più grande è l'energia termica che esso riceve, mentre sul versante opposto i raggi solari o sono radenti o non giungono affatto (fig. 35). V'è dunque un contrasto di temperatura, e quindi di paesaggio, fra i versanti esposti al Sole e quelli all'ombra. Diversa è la cosa nelle montagne tropicali, dove il Sole è poco distante dallo zenit e riscalda ugualmente i due versanti.

Anche le *precipitazioni* presentano in montagna grandi differenze fra un versante e l'altro e fra una valle e quelle vicine, dovute alla direzione delle catene rispetto ai venti piovosi. Le precipitazioni, per la maggiore rarefazione e relativo raffreddamento dell'aria coll'altezza, vanno aumentando coll'altitudine, fino ad un certo limite, mentre più in alto vanno diminuendo, perchè i venti vi arrivano ormai spogli di vapori; cosicchè mentre i fianchi montuosi sono di solito ricchi di vegetazione, le alte cime montuose hanno talora un clima desertico.

In alta montagna le precipitazioni invernali avvengono spesso sotto forma di nevi, che, oltre una certa altitudine, il calore estivo è insufficiente a fondere completamente, cosicchè vi rimangono durante tutto l'anno (*limite delle nevi persistenti*). Questo limite, come sappiamo, separa due mondi completamente diversi, così dal punto di vista fisico che biologico. Esso varia con la latitudine e l'esposizione di versanti, in genere il versante montano più piovoso presenta il limite delle nevi persistenti più basso (versante sud dell'Himalaia m. 4.500, versante nord m. 5.400; sulle Alpi Centrali interne m. 2.500, su quelle esterne m. 2.700).

Talora in montagna, oltre la *brezza di monte e di valle*, si hanno alcuni venti locali, come il *Fohn* delle vallate svizzere e del Tirolo, vento caldo, secco, violento che discende dalle cime meridionali per più giorni, facendo sciogliere le nevi, favorendo la maturazione dei raccolti, ma anche disseccando le piante.

§ 77. — Variazioni dei climi. — Nei fenomeni meteorologici, specie nell'andamento delle pressioni, si notano delle fluttuazioni periodiche ricorrenti, ad intervalli diversi, per quanto nascoste da irregolarità di ogni specie. Col metodo dell'*analisi periodale* (Weickmann-Vercelli) si possono mettere in evidenza le maggiori onde periodiche dei fenomeni dell'atmosfera, per ricercarne i possibili *cicli*. Tali studi, suffragati anche da altre osservazioni — quali le oscillazioni annue delle fronti dei ghiacciai, le variazioni di livello del Mar Caspio, del L. d'Aral in Asia e del L. Ciad in Africa, i ricordi storici di particolari condizioni climatiche, nonchè reperti archeologici in regioni tropicali, come la Mesopotamia e la Libia, infine i rilievi geologici e paleontologici, in varie parti della Terra, — hanno permesso di riscontrare delle variazioni periodiche del clima, sopratutto per quanto riguarda l'umidità.

Le più brevi di tali oscillazioni sembrano collegate alle variazioni undecennali dell'attività delle macchie solari, a loro volta coordinate ad un ciclo superiore trentatrennale (*periodo di Brückner*), e ad altri secolari, che si collegherebbero alle grandiose variazioni climatiche millenarie, messe in evidenza dalla geologia, ma sulla cui spiegazione ancor poco oggi si conosce.

CAP. XIV.

FENOMENI ENDOGENI

§ 78. — FENOMENI ENDOGENI. — I fenomeni *endogeni*, che si originano cioè entro la crosta terrestre, dipendono dalla stessa costituzione del sottosuolo e, in modo diretto o indiretto, si risolvono in azioni di spostamento di masse solide, che in definitiva provocano dislivelli superficiali; essi agiscono quindi in opposizione ai fenomeni *esogeni*, che tendono invece a stabilire un livellamento della superficie terrestre.

I contrastanti effetti di tali azioni non raggiungono mai un equilibrio completo, cosicchè la faccia della Terra è soggetta a continue alterazioni.

§ 79. — CALORE TERRESTRE. — Nello strato di pochi metri, al di sotto della superficie solida terrestre, si risentono le oscillazioni diurne ed annue della temperatura esterna, ma tanto più attenuate e ritardate quanto più discendiamo, a causa della piccola conduttività termica dei materiali terrestri; finchè si giunge ad una *zona di temperatura invariabile*, durante tutto l'anno. La profondità di essa muta colla natura fisica e chimica del terreno e colla durata ed intensità delle variazioni termiche della superficie, per cui è maggiore alle alte latitudini, che non sotto i tropici.

A Parigi tale *strato isotermico* si trova a circa 27 m di profondità; sotto i Tropici circa a m. 6 e ancor minore è sotto gli oceani, i mari e grandi laghi, dove l'acqua è a temperatura costante e inferiore a quella dell'atmosfera. Le acque, che circolano in questo strato a temperatura costante (*falda acquifera superficiale*) e che alimentano i comuni pozzi idrici, essendosi poste in equilibrio termico con esso, sembrano perciò relativamente fresche d'estate e tepide d'inverno, rispetto alla temperatura dell'aria esterna.

Al di sotto dello strato a temperatura invariabile, la temperatura va crescendo colla profondità. Tale aumento, dipendendo pur esso dalla natura dei terreni attraversati, è assai diverso da un luogo a un altro ed è misurato dal cosidetto *grado geotermico*, cioè dal numero di metri di cui si deve discendere per avere l'aumento di 1° C. Dicesi invece *gradiente termico* la differenza di temperatura fra due punti aventi un dislivello unitario di 1 m.

Il grado e analogamente il gradiente geotermico, dipendono dalla natura e stato delle rocce e dalla morfologia esterna. Misure di temperatura nella roccia dei pozzi delle miniere, fino a profondità di oltre 2200 m. (pozzo di Czuchow nella Slesia e Pricketts Creek nella Virginia, S. U. A.), hanno dato come grado geotermico un valore medio di 33 m. in Europa e 25 m. in America, con oscillazioni estreme, che poco si scostano dal valore medio.

Nei terreni montuosi la temperatura interna è strettamente lega[illegible] fologia del rilievo esterno. Le osservazioni eseguite durante la costruzione delle grandi gallerie ferroviarie (Gottardo, Sempione, Appennino ecc.) hanno dimostrato [illegible] so attraversato (fig. 89), venendosi così ad incontrare, durante la costruzione temperature sempre più elevate, man mano che si avanza sotto le massime cim[illegible] dopo l'apertura della galleria, per la [illegible] che vi si stabilisce, si ha un nuovo regime termico.

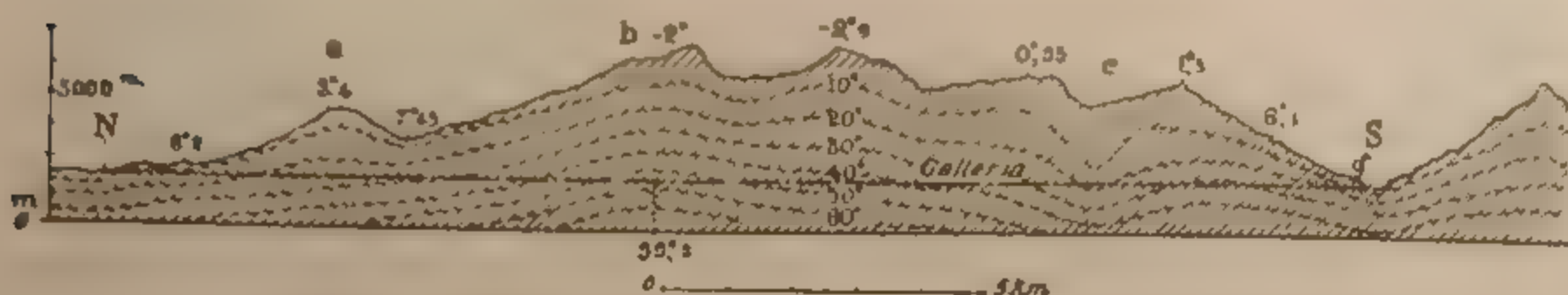



Fig. 89. — Superfici isogeotermiche nel massiccio del Sempione.

Le acque profonde degli oceani, come sappiamo, sotto i 4000 m hanno temperature quasi costanti fra 0° e 3°, mentre sul continente, a quella profondità, si avrebbero 120°. Però sembra probabile, che sotto le acque oceaniche il suolo subisca un più rapido passaggio a temperature più alte, sino a raggiungere i corrispondenti valori subcontinentali.

L'alta temperatura di alcune sorgenti termali e quella delle lave vulcaniche mettono fuor di dubbio, che l'accrescimento della temperatura verso l'interno della Terra sia un fatto generale e costante, ma forse con un incremento rapido solo negli strati superiori ed è probabile che poi rallenti fortemente. Secondo alcune formule empiriche (Fritz), la temperatura al centro della Terra non dovrebbe superare i 3000°-4000°, ma queste cifre, affatto ipotetiche, rappresentano un limite massimo per la temperatura centrale, che forse non supera i 2000°.

Temperature maggiori di 3000°-4000° non sarebbero conciliabili con l'equilibrio dei materiali, sottoposti coll'aumento della profondità ad azioni antagonistiche, di contrazione per l'aumento di pressione e di dilatazione per l'aumento di temperatura.

Ammesso che la Terra subisca un continuo raffreddamento per irraggiamento del suo calore verso gli spazi interplanetari entro i quali si muove, per ciò stesso ella dovrebbe contrarsi, determinando uno sviluppo di calorie, che può essere tale da compensare o superare la perdita di calore.

Inoltre sul regime termico terrestre possono influire altre fonti di calore: il fenomeno adiabatico del lavoro meccanico di concentrazione di masse profonde inizialmente disgregate; l'effetto esotermico di combinazioni sempre più complesse degli elementi chimici (ossidi e solfuri), che costituiscono la parte interna della Terra; l'attività radioattiva delle rocce terrestri, che avviene con sviluppo di calore (0,0056 calorie per secondo e per grammo di radio contenuto, secondo il Rutherford).

§ 80. — I TERREMOTI. — I terremoti sono vibrazioni rapide e violente della crosta terrestre, originate nel sottosuolo, per cause dinamiche di fenomeni geologici.

Il meccanismo di essi è dato da oscillazioni ondose per improvvisi squilibri elastici, in uno spazio interno della crosta terrestre detto *focolare sismico* o *ipocentro*. I moti si propagano nel mezzo elastico terrestre, con due tipi distinti di onde: *longitudinali* (vibrazioni nel senso della propagazione) e *trasversali* (vibrazioni normali alla direzione della propagazione), che alla superficie del suolo danno luogo ad oscillazioni assai complesse, strettamente legate alle condizioni geologiche del terreno attraverso cui si trasmettono.

Le vibrazioni, accompagnate talora da boati, si propagano secondo raggi sismici, che incontrano la superficie esterna sotto angoli di emergenza più o meno obliqui, a seconda della distanza dall'ipocentro. La zona *epicentrale*, che sta verticalmente sopra il focolare sismico, è raggiunta con tempo minore e forza maggiore, mentre a distanze crescenti da questa zona i moti giungono ritardati, affievoliti e riflessi.

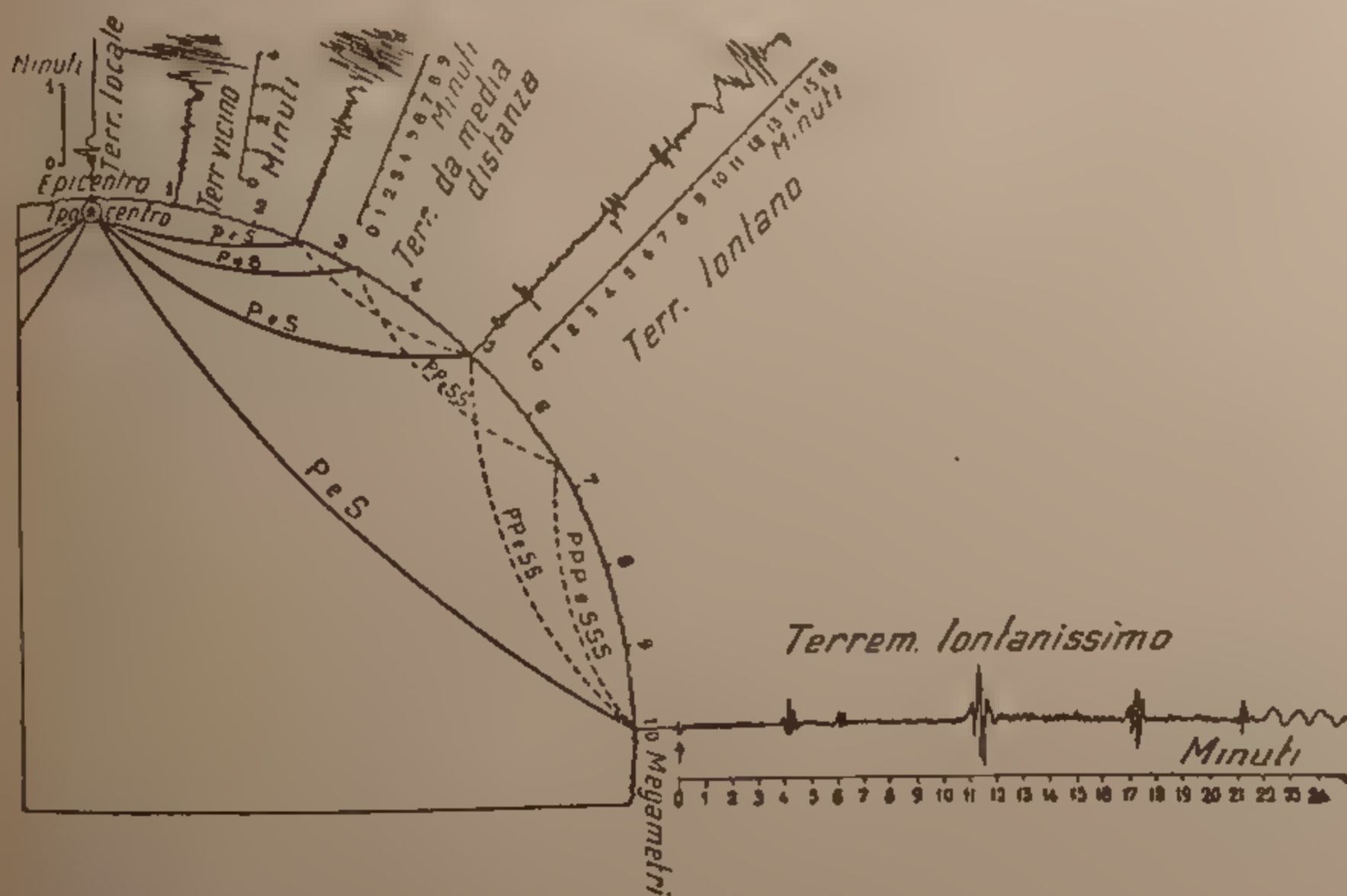



Fig. 90. — Schema della trasmissione e riflessione delle vibrazioni sismiche e loro diagrammi, secondo Vercelli.

Coi recenti strumenti di precisione (*sismografi*, costituiti essenzialmente da pendoli sensibilissimi orizzontali e verticali, che registrano le tre componenti e gli istanti dei singoli tremiti) si giunge a rilevare tutti i caratteri dei moti sismici (velocità, accelerazione, ampiezza, periodo, direzione) e a distinguere vari tipi di terremoti, con i *tremiti preliminari* di piccolissima ampiezza, con le *onde lunghe superficiali* dovute alla fase di massima vibrazione, con *oscillazioni finali* abbastanza

regolari. La lettura e interpretazione della diversa forma dei diagrammi sismici (fig. [illegible]) permettono di riconoscere delle onde sismiche *prime* o *longitudinali* (P) e *secondarie* o *trasversali* (S) e distinguere le vibrazioni dirette (P e S) da quelle riflesse una volta (PP e SS), due volte (PPP e SSS), tre volte ecc., le quali hanno subito nel loro percorso, alterazioni a seconda dei materiali attraversati [illegible] da imprimere, con la loro interferenza, anche movimenti rotatori alla superficie del suolo. Le traiettorie percorse dalle onde sismiche dirette o riflesse appaiono tanto più profondamente immerse nell'interno della Terra, quanto più l'epicentro è lontano dal punto di osservazione.

Conosciuto il tempo impiegato dai singoli gruppi di onde nella propagazione del sisma, ed empiricamente la loro rifrazione e riflessione attraverso mezzi più o meno densi, si possono dedurre le traiettorie e le velocità delle onde sismiche, che risultano minime nei continenti (*Sial* meno denso), massime nell'Oceano Pacifico (*Sima* più denso).

Si dicono *linee isosiste* le linee che si costruiscono unendo tutti i punti nei quali, in superficie, il terremoto si è manifestato con uguale intensità.

Esse sono grossolanamente concentriche, ma più o meno irregolari, a causa della non uniforme propagazione delle onde sismiche nei vari terreni. Le scosse, anche se molto intense, possono colpire una zona ristretta (*terremoti locali*), ovvero una zona ampia od amplissima (*terremoti regionali* e *mondiali*) e ciò, a seconda della natura, forma ed estensione del focolare sismico (eruzione vulcanica, frattura di strati, dislocazione di masse in profondità ecc.).

I sismografi registratori hanno posto in evidenza scosse microsismiche, che scuotono frequentemente la crosta terrestre (quasi 9000 all'anno, in media una all'ora) e scosse sensibili (oltre 5000, una ogni due ore) e distruttrici (una ogni tre giorni); ma la maggior parte di queste scosse avvengono in zone oceaniche o disabitate.

Quanto maggiore è la intensità della scossa, tanto più rilevanti ne sono gli effetti (fratture, lesioni, scivolamenti, crolli ecc.), in base ai quali si è costruita una scala empirica (Scala *Mercalli-Cancani*) di 12 gradi, dal 1° grado « scossa strumentale » (apprezzabile solo con i sismografi), fino al 12° grado « scossa grande catastrofica » (alla quale nessuna costruzione umana resiste, ed il suolo ne risulta rotto e deformato).

La natura e l'omogeneità del suolo influiscono sui caratteri dei moti sismici. In genere le rocce scistose-cristalline e vulcaniche trasmettono deboli terremoti, perchè buone conduttrici delle vibrazioni sismiche, che giungono al suolo senza perturbazioni superficiali. Se il suolo è profondamente coperto di sedimenti alluvionali (sabbie, ghiaie, breccie), come nella valle del Po, le vibrazioni risultano attenuate; se però questi materiali incoerenti hanno debole spessore (come sul litorale messinese), si formano insaccamenti pericolosi, che si trasmettono nei suoli superficiali come onde stazionarie, con aumento di oscillazione ed enorme sviluppo di energia, che spiegano gli effetti disastrosi di vibrazioni sismiche di per sè limitate; l'intensità è poi accresciuta nelle roccie che presentano fratture o rigetti.

Le deformazioni permanenti del suolo prodotte dai terremoti, sono rappresentate da crepacci (osservati nel Giappone anche per la lunghezza di 12 km), da modificazioni di pendio sulle rive marine, da modificazioni di livello del suolo, con sollevamenti e depressioni. Si notano pure alterazioni temporanee o permanenti nel regime delle acque continentali, in superficie e in profondità.

I *terremoti sottomarini* possono dar luogo a gigantesche onde marine, indipendenti dallo stato del mare, le quali trasmettendosi in acque basse, si elevano fino a 40 m. (dette *Tsunami* in giapponese), che producono danni gravissimi sulle coste; come nel giugno 1923 nell'I. di Hondo in Giappone, dove un'onda gigantesca di tal genere fece perire 2200 persone.

§ 81. — ORIGINE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI TERREMOTI. — Rispetto alle loro cause originarie, i terremoti si sogliono distinguere in:

a) *Terremoti tettonici*, quelli dovuti a fratture interne della crosta terrestre, che si verificano quando è stato superato il limite di elasticità nella dislocazione degli strati rigidi, durante il loro piegarsi e spostarsi per moti epirogenetici ed orogenetici. Il 90% dei terremoti hanno origine da questa causa e prevalgono in zone che sono note per la loro instabilità, come le geosinclinali, sopratutto se attraversate da fratture con spostamenti di masse (*faglie*); mentre mancano nei massicci continentali, dove le tensioni interne hanno raggiunto un certo grado di equilibrio.

b) *Terremoti vulcanici*. Sono meno frequenti di quelli tettonici e sono di carattere locale; di solito precedono e accompagnano le eruzioni. Certi terremoti, in zone di vulcani spenti, furono interpretati come eruzioni mancate (terremoto di Casamicciola, nell'I. d'Ischia, 1883).

c) *Terremoti per crolli interni*. Sono possibili in conseguenza di azioni erosive sotterranee, come nei terreni carsici, ma dànno sismi molto localizzati e raramente accertati.

La maggior parte delle aree sismiche coincidono con aree di notevole anomalia di gravità, specie se stanno vicine a forti dislivelli (cime montane e fosse oceaniche), che perturbano l'equilibrio isostatico delle masse. Così i grandi terremoti mondiali hanno il loro focolaio sui margini circumpacifici (40% dei sismi), lungo le catene delle Rocciose e delle Ande, alle Isole della Sonda, alle Filippine e al Giappone, territorio sismico per eccellenza (terremoto di Jocohama, nel 1923, con 142.000 vittime), lungo le geosinclinali recenti e si accompagnano di solito a fenomeni vulcanici attuali o passati. Un'altra grande zona di sismicità si ha lungo le catene trasversali di ripiegamento recente, dal Mediterraneo all'Himalaia e alle Is. della Sonda; ma i terremoti sono qui meno frequenti, la loro intensità varia da luogo a luogo ed è affievolita, specie dove queste catene sono affiancate da potenti sedimenti alluvionali (Pianura Padana, Pianura Indogangetica, Pianura Ungherese ecc.), i quali smorzano la propagazione delle onde (fig. 91).

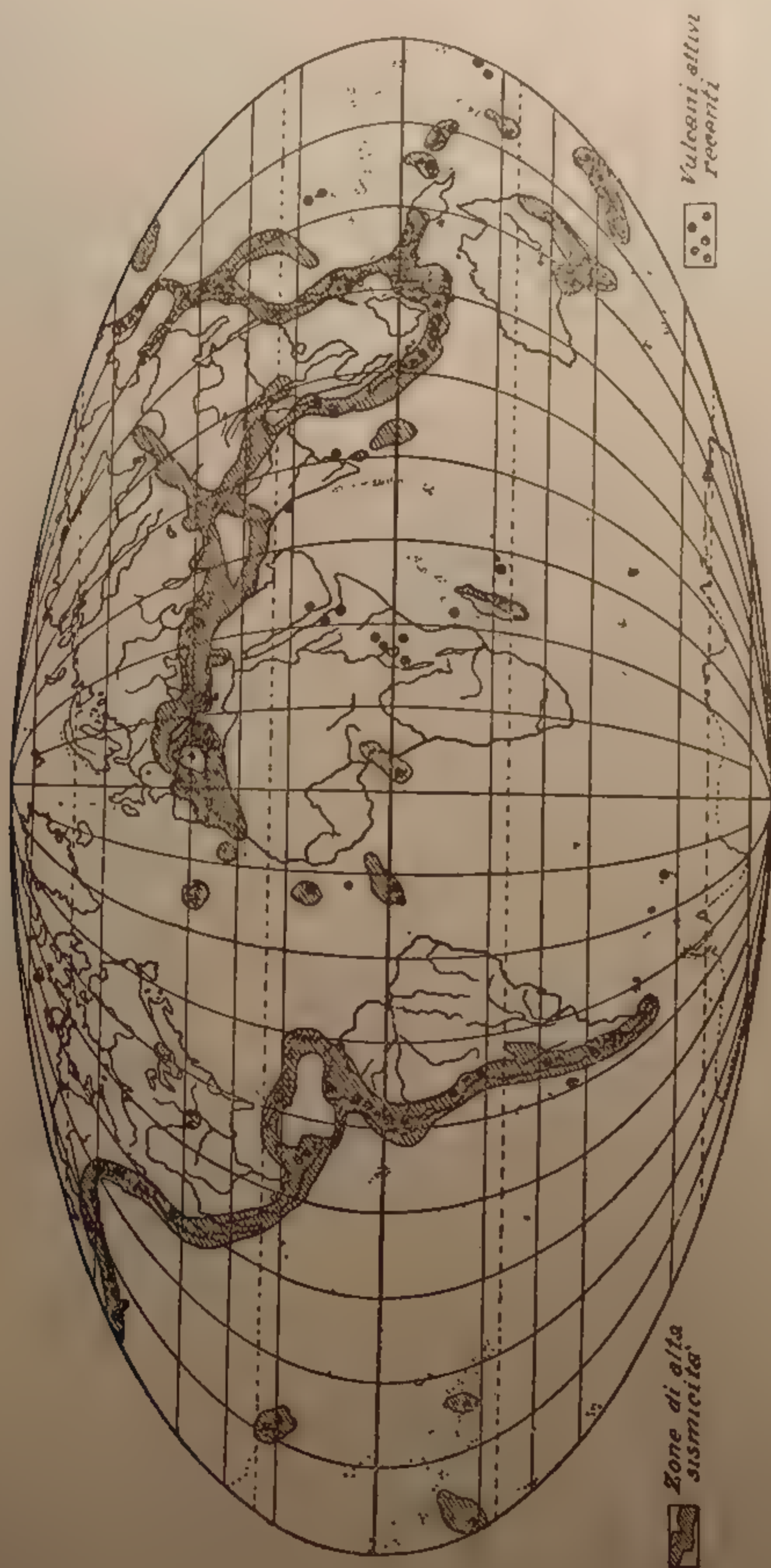



Fig. 91. — Distribuzione delle aree sismiche e vulcaniche.

L'Italia è tutta, più o meno, regione sismica, salvo la Sardegna, la valle Padana e la Puglia, che sono quasi asismiche. Dal 1870 al 1930 si sono avuti ormai otto grandi disastri sismici (1873 Belluno, 1883 Casamicciola, 1887 Diano Marina, 1894, 1905, 1908 Calabria e Messina, 1914 la Marsica, 1930 l'Irpina), tutti di origine tettonica. Zone con intensa sismicità a fratture profonde sono soprattutto la Calabria e la punta nord-est della Sicilia (terremoto calabro-siculo del 28 dicembre 1908, con 77.000 vittime). Altre aree pure con notevole sismicità tettonica, ma caratterizzate più dalla frequenza, che dalla forte intensità, sono quelle del Vulture, del Matese, del Gran Sasso e della Maiella, di parte della Basilicata, delle Alpi Apuane, della Riviera Ligure di Ponente, come pure le Prealpi Venete e l'Appennino Umbro Romagnolo. Di origine vulcanica sono i terremoti delle regioni Etnea, Vesuviana e Flegrea e delle Lipari, mentre a probabili crolli di cavità sotterranee sono stati ascritti taluni dei terremoti carsici laziali.

§ 82. — MOVIMENTI EPIROGENETICI E BRADISISMI. — Indipendentemente dalle *maree terrestri* — per le quali l'oscillazione giornaliera teorica della superficie solida della Terra raggiungerebbe mm. 15 per effetto dell'attrazione lunare e mm. 0,6 per effetto di quella solare — vi sono, come si è già detto, dei moti *epirogenetici* in prevalente direzione verticale, sia di innalzamento che di abbassamento, geologicamente lenti e che interessano grandi aree della superficie terrestre. Tali movimenti lenti e senza scosse, si verificano in tutte le êre geologiche ed hanno avuto, come conseguenza, ingressioni e regressioni marine, con notevoli variazioni del contorno dei continenti e formazione di *terrazzi costieri, gradini, altipiani* anche a più livelli sovrapposti (es. l'Aspromonte in Calabria).

Specialmente dopo il Pliocene, si ebbero sollevamenti assai estesi di masse continentali, quali il Canadà orientale, la Scozia, la Scandinavia e la stessa Penisola italiana; sollevamenti, il cui valore può essere posto in evidenza riunendo con linee tutti i punti di eguale sollevamento, rispetto al livello del mare (*isobasi*).

Questi movimenti si sono prodotti in modo sensibile anche durante le epoche storiche. L'emersione delle coste scandinave continua da lungo tempo, con qualche alternativa di sosta e di regresso, come lo provano alcuni segni incisi sulla roccia fin dal 1731 nell'I. di Lofgrund e più volte controllati, i quali indicherebbero un sollevamento di oltre 3 m. in 20 anni.

In Europa sono in via di innalzamento la Norvegia, lo Jutland, la Francia del nord-ovest, parte della Calabria, della Sicilia, la Spagna meridionale; in Africa la Cirenaica, l'Algeria, il Marocco; in Asia l'Arabia, la Persia, il Siam; in America il Canadà orientale, la Columbia, l'Ecuador, il Perù e il Cile. Sprofondano lentamente invece le coste della Prussia Orientale, dell'Olanda, del Belgio, della Francia del Nord, le coste Adriatiche dell'Italia, dell'Istria, della Dalmazia, della Grecia e fuori d'Europa, la Siria, l'Egitto, le coste meridionali della Cina ecc.

Le cause di questi movimenti furono attribuite agli spostamenti superficiali di masse rocciose, per l'alternanza di periodi di sedimentazione e di denudazione, che spostando la distribuzione delle pressioni, determinerebbero nuovi assetti nell'equilibrio isostatico e quindi sollevamenti e abbassamenti, la cui lentezza sarebbe indizio del grado di attrito interno per tali spostamenti di rocce profonde.

Per il caso dei massicci scandinavo e canadese, che durante il Quaternario furono sottoposti all'enorme carico della calotta glaciale e quindi ad un abbassamento, con relativo spostamento di materia subcrostale, si attribuisce l'odierno

sollevamento ad un lento ritorno alle condizioni di equilibrio isostatico, dopo scomparsa della glaciazione. Ma tale ragione non può addursi per altre zone come l'Africa Orientale, dove attorno ai grandi massicci sollevati si hanno gradini periferici a scaglioni, con grandi dislivelli fra loro

Furono detti impropriamente *bradisismi*, perchè si compiono senza scosse, lenti spostamenti verticali di limitate zone costiere, in sollevamento e abbassamento alternato e talora a bilancia fra regioni vicine, rispetto al livello del mare, che si presenta come comune piano di riferimento per cui si può osservare che in alcuni punti si è ritirato il mare, elevandosi la costa (*bradisismo negativo*), in altri il mare si è avanzato sommergendo il litorale (*bradisismo positivo*). Le variazioni del livello marino hanno grande importanza, come vedremo, sulla evoluzione morfologica del rilievo.

Questi bradisismi non molto estesi, possono avere cause locali, dovute ad idratazione di minerali con aumento di volume (come l'anidride che si trasforma in gesso), oppure a perdita d'acqua con conseguenti avvallamenti (come le torbiere che si prosciugano) o ad assestamento di materiali alluvionali sciolti (come sugli arenili), ovvero a fenomeni vulcanici del sottosuolo.

Movimenti alternati di sommersione e di emersione, attribuiti ad azioni vulcaniche, sono attestati dall'esempio classico delle colonne del tempio di Serapide presso Pozzuoli nei Campi Flegrei, che costruito all'asciutto fra il II e il III sec. a. C., si è poi lentamente sommerso, raggiungendo la massima sommersione, di circa m. 6, nel sec. XIII, come è dimostrato dalla fascia foracchiata di litodomi o datteri di mare, sull'alto delle colonne. Nel sec. XVI il Serapeo era nuovamente all'asciutto; mentre durante il sec. XIX le colonne andarono nuovamente abbassandosi, cosicchè nel 1924 si misurò un abbassamento di m. 1,35 dal 1878.

§ 83. — ORIGINE DELLE MONTAGNE. — Allo studio dei movimenti *epirogenetici* va ricollegato quello dell'origine dei rilievi terrestri (*orogenesi*), i quali dal punto di vista della loro struttura, possono distinguersi in tre tipi fondamentali:

a) *Rilievi con struttura tabulare*, in cui i materiali sono disposti in masse orizzontali o quasi, frammentate in zolle più o meno estese, separate da fratture e portate a diversa altezza e talora variamente inclinate, da forze epirogenetiche, cioè con movimenti lenti o rapidi e spesso alternati e diversi da luogo a luogo, che hanno agito nel senso della verticale, o verso l'alto (*sollevamenti*) o verso il basso (*sprofondamenti*), senza alterare notevolmente l'architettura originaria della superficie terrestre (fig. 92). Di solito il rilievo risultante presenta forte dissimmetria, con pendio dolce da un lato e ripido dall'altro, simili alle *cuestas* del Messico, e quali si

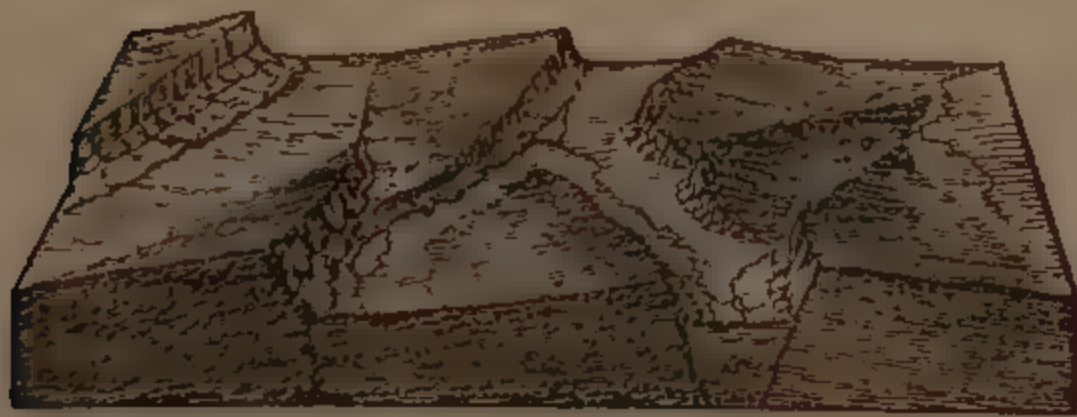



Fig. 92. — Schema di struttura a zone tabulari.

trovano sull'orlo dei grandi [illegible] a fratture e [illegible] come quelli che orlano le fosse orografiche dell'Africa Orientale

b) *Rilievi con struttura a pieghe o corrugata*, che [illegible] in generale ai più recenti rilievi: in essi una serie di strati sovrapposti che in origine dovevano aver avuto una posizione orizzontale o quasi, si trovano oggi più o meno profondamente corrugati in pieghe di tutte le dimensioni e forme, spesso inclinate, sdraiate, e perfino rovesciate (fig. 93). Inoltre gli strati appaiono frequentemente ridotti di spessore, stirati e spezzati nelle zone di massima compressione, con fratture, lungo le cui superfici è avvenuto uno scorrimento (*faglia*), con accavallamento di alcuni strati sugli altri, con riduzione della loro lunghezza primitiva e con

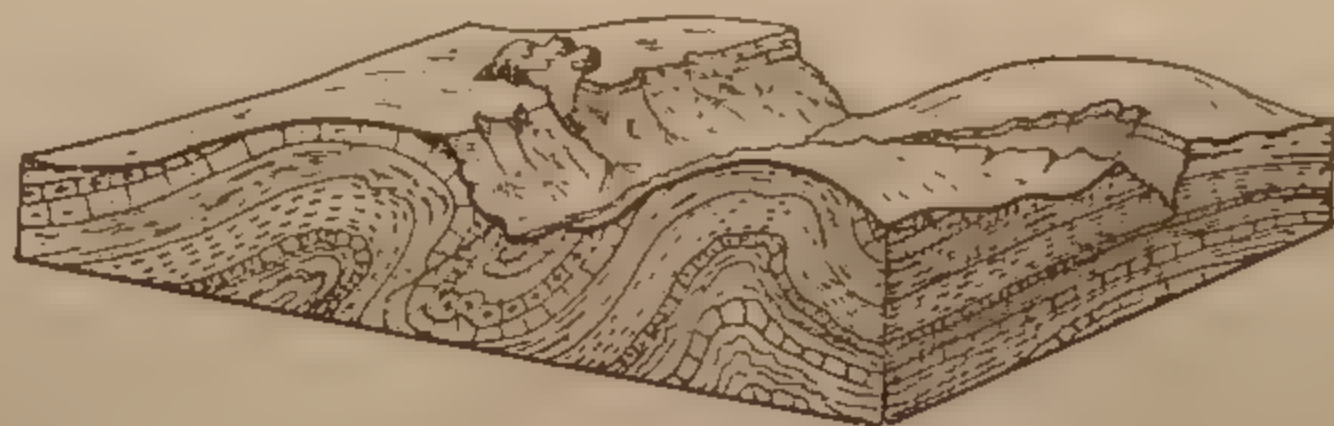



Fig. 93 — Schema di struttura a pieghe asimmetriche

scivolamento talora di enormi masse a grande distanza dalle loro radici, cioè da dove primitivamente si erano formate (fenomeno del *carreggiamento*), per cui viene modificato notevolmente l'aspetto della crosta terrestre.

c) *rilievi con struttura complessa* più o meno complicata, quando una regione prima corrugata, sia stata poi fratturata e dislocata, o quando sopra terreni corrugati, costituenti l'imbasamento di una regione, ve ne siano altri con disposizione tabulare, dovuti a nuovi depositi per un successivo abbassamento e *trasgressione* del mare, oppure per il ricoprimento o intrusione di ammassi di rocce endogene non stratificate provenienti dall'interno della crosta terrestre.

La struttura tabulare è propria di regioni geologicamente antiche ed appartengono ad essa i rilievi elevatisi o sprofondatisi verticalmente nei massicci continentali, attraversati spesso da fratture. Così nell'Antico Continente, la Francia Centrale, i Vosgi, la Selva Nera, la Selva Boema, pur con fosse di sprofondamento, come la Valle del Reno; oppure le grandi piattaforme arcaiche, come quelle delle Pianure Russa e Siberiana, rimaste inalterate nella loro posizione orizzontale, o compatte a grandi altezze, come l'Altipiano del Pamir, vero pilastro intorno al quale andarono accavallandosi i rilievi a corrugamento recente dell'Asia Meridionale.

Altre masse suborizzontali dislocate, sono quelle del Continente Africano, specialmente sull'orlo meridionale dell'altipiano Etiopico, spaccato dalle grandi fosse di sprofondamento dei laghi africani (fig. 94), le quali si prolungano, attraverso la depressione dell'Auasch e il Mar Rosso, nella Valle del Giordano, mentre la serie di piattaforme si prosegue attorno all'Oceano Indiano.

Nel Nuovo Mondo sono le regioni orientali antiche, quali il Canadà e il s.-

stema Appalachiano nell'America del Nord, che presentano ai piedi dei rilievi una piattaforma di spianamento in rocce cristalline (*pedemonte*), lunga 200 km e sollevata, con un allineamento di cascate, da 250-400 m. sul mare, sopra la fascia costiera alluvionale atlantica. Nella Guiana e l'[illegible] si hanno pure zone di *pedemonte*, che rappresentano nuclei antichi dislocati.

Invece la struttura a pieghe è propria dei rilievi che si elevano a grandi al-

Fig. 94 — Profilo attraverso alle fosse di sprofondamento dell'Africa Orientale

tezze sull'orlo delle geosinclinali, tutto ingiro al Pacifico, dal C. Horn all'Alasca sul suo lato orientale, e dal Giappone alle Filippine, alla Nuova Guinea, alla Nuova Caledonia fino alla Nuova Zelanda, sul lato occidentale, e lungo la geosinclinale dei Mediterranei, dalle Antille e dal Venezuela all'Atlante Marocchino, alle Alpi, ai Balcani, al Caucaso, all'Himalaia e alle montagne dell'Indocina

In genere i rilievi a pieghe molto antichi e in sottosuolo cristallino con intrusioni di rocce eruttive, come la Selva Nera e il Massiccio Boemo nell'Europa Centrale, presentano un certo grado di stabilità. Invece le zone di sedimentazione alluvionale, costiere o delle grandi pianure interne, quali la Pianura indogangetica, ai piedi dell'Himalaia e la Pianura padana, nell'interno dell'arco alpino, spostando con la loro sedimentazione i rapporti di equilibrio di masse, sono zone di prevalente mobilità.

§ 84. — Teorie orogenetiche. — Dislocazioni e corrugamenti sono fenomeni mai interrotti sulla crosta terrestre, ma caratterizzano, per la loro intensità, certi particolari periodi della storia della Terra.

I moti orogenetici propriamente detti, che hanno dato luogo a catene a pieghe, possono venire raggruppati in tre periodi: a) *Sollevamento caledoniano*, verso la fine del Siluriano, nell'Èra Paleozoica, con la formazione delle catene più antiche, che dal NE degli Stati Uniti, attraverso alla Groenlandia, si stendono all'Irlanda, alla Scozia, alla Scandinavia; b) *Sollevamento erciniano* o *armoricano*, del Carbonifero, sempre durante la lunghissima Èra Paleozoica, che dà luogo ad una immensa fascia di rilievi, a sud di quelli caledoniani, dal Mississippi, alla Bretagna, alle Asturie, alla Francia Centrale, alla Germania meridionale, alla Russia del Sud, fino agli Urali e all'Asia Centrale; c) *Sollevamento alpidico*, che cominciato alla fine del Cretaceo (Èra Mesozoica) si sviluppa nell'Èra Cenozoica, specie nel Miocene, ed è ancora in atto. Esso si svolge in una fascia a nord di quella ercinica e comprende l'Atlante Marocchino, i Pirenei, le Alpi, i Carpazi, le Dinariche, i Balcani, le catene dell'Anatolia, del Caucaso, dell'Himalaia, delle isole a SE dell'Asia, le grandi catene circumpacifiche americane.

Le catene di quest'ultimo periodo rappresentano oggi i massimi rilievi del Globo, anche perchè essendo più recenti, hanno subìto per minor tempo gli effetti della denudazione.

Le dislocazioni di estese zone continentali nel senso della verticale, col costituirsi di *plateaux* e di *horst* dotate di una certa stabilità geologica, paiono dovute a moti epirogenetici di grande lentezza, i quali plasmarono lo schema architettonico della superficie terrestre. Tali lenti moti verticali sarebbero dovuti a variazioni di equilibrio e di pressione, entro la crosta terrestre, coll'immergersi o l'emergere del *Sial* entro il *Sima*, ed anche a differenze di volume delle rocce, col variare di temperatura e di pressione, per il mutar di spessore degli strati sovrastanti, a causa della sedimentazione o della denudazione.

I corrugamenti orogenetici invece, che avvengono entro limitate zone (*geosinclinali*), in particolari epoche geologiche e in tempo geologicamente breve, implicano enormi energie ed alterano profondamente i rapporti fra le masse impegnate nel movimento. Tali corrugamenti avvengono ad una certa profondità entro la superficie terrestre, come si riscontra nelle masse montuose, dove il più forte ripiegamento di materiali si trova nella parte più interna, mentre va attenuandosi verso l'alto e verso il basso (fig. 95). Di solito tali corrugamenti paiono dovuti a forze tangenziali alla superficie terrestre (*forze orogenetiche*), che compressero i materiali solidi contro le zolle immobili continentali (*pilastri*), i quali rappresentano zone di resistenza. La distribuzione geografica delle zone a terremoti e a movimenti epirogenetici è poi strettamente connessa a quella delle catene giovani a pieghe (cfr. figg. 50 e 91).

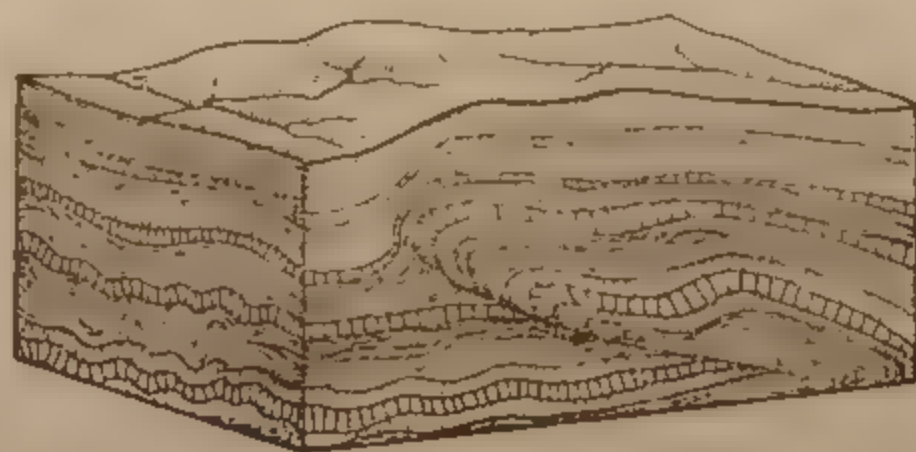



Fig. 95. - Schema di struttura a forte ripiegamento interno e debole superficiale.

Fra le molte teorie immaginate per spiegare il fenomeno del corrugamento delle catene montuose, va ricordata quella del Suess, che accettando il principio della *contrazione* continua del nucleo terrestre, per il progressivo suo raffreddamento, avrebbe determinato nella crosta solida, obbligata a costringersi in una superficie minore, pressioni tangenziali alla superficie terrestre, le quali nelle zone meno resistenti (*geosinclinali*), avrebbero dato luogo a corrugamenti contro lembi più resistenti rimasti in posto (*pilastri continentali*).

Ma la supposta diminuzione di volume della Terra, non essendo per altre ragioni sostenibile, ne è seguita la teoria *isostatica* del Dutton-De Marchi. Secondo questa teoria la Terra, nel suo insieme, tende all'equilibrio delle masse distribuite nella litosfera. Questo equilibrio è turbato dal trasporto di materiali, che avviene alla superficie della Terra stessa, per opera degli agenti atmosferici e specialmente delle acque correnti, le quali erodono i rilievi, che vengono scaricati di massa (*deficit di gravità*), mentre i materiali si accumulano lungo la fascia costiera che ne è sovracaricata (*eccesso di gravità*), deprimendosi in sovraffondamenti (*geosinclinali*). L'equilibrio isostatico si ristabilirebbe, non man mano che viene turbato, ma a lunghi intervalli di tempo, quando un enorme accumulo di materiali, deposto in un mare adiacente alla terra emersa, abbia portato ad un assai notevole squilibrio di gravità, per cui attraverso a movi-

menti inversi in profondità entro la crosta terrestre, vi sarebbe un vero flusso di materia [illegible] a quella [illegible] darebbe luogo al lento emergere [illegible] [illegible] i cui materiali sotto la lenta contrazione [illegible] una plasticità simile a quella dell'acciaio, [illegible] traccia della zona [illegible] i materiali sono affluiti, nei profondi affossamenti oceanici periferici

Cap. XV.

VULCANESIMO

§ 85. — Vulcanesimo esterno. — I vulcani sono aperture del suolo dalle quali fuoriescono, in modo continuo o saltuario, materie solide, plastiche e gassose ad altissima temperatura, provenienti dall'interno della crosta terrestre (*magma*).

Nel vulcanesimo esterno, il magma fluido raggiunge la superficie attraverso un condotto (*camino vulcanico*), che termina esternamente in una apertura (*cratere*), che spesso trovasi verso la sommità di un apparato montuoso costituito dalla sovrapposizione dei materiali affluiti dal camino vulcanico, disposti prevalentemente a forma di cono, attorno ad esso (*cono vulcanico*).

I *coni vulcanici* hanno forma e costituzione diversa, a seconda dei materiali che li costituiscono, e spesso, oltre al cratere superiore principale, hanno dei crateri secondari, sul fianco del cono vulcanico, come l'Etna che ha più di 900 crateri secondari, oppure dentro il cratere principale (*coni a recinto*), come nel Vesuvio (fig. 96).

Le diverse forme degli apparati esterni vulcanici sono determinate dalla disposizione dei camini, dalla natura dei materiali e dalle caratteristiche dinamiche dei vari vulcani.

Se il magma eruttivo è di tipo acido (trachiti), che si consolida molto presto, esso resta inglobato nell'apparato esterno, che s'innalza a forma di cono assai rapidamente, mentre i materiali clastici solo in parte ricadono sul vulcano e per lo più vengono portati lontano, durante l'eruzione stessa o successivamente, dagli agenti atmosferici. Se invece si ha un magna di tipo basico (basalti) molto fluido, esso si stende largamente ad espandimenti cupoliforni depressi.

Alcune volte, durante l'eruzione vengono asportate parti del primitivo edificio vulcanico, lasciando una vasta depressione terminale (*caldeira*), entro la quale si ricostruisce un nuovo cono (*coni a recinto*). Se il recinto è sventrato e il nuovo cono è laterale, la zona intermedia si chiama *atrio*, come nel Vesuvio dove il M. Somma (m. 1132) rappresenta l'orlo del più antico cratere esploso nell'eruzione del 79 d. C., l'Atrio del Cavallo e le Valle dell'Inferno è l'atrio o antico fondo del cratere e la cima del Vesuvio propriamente detto (m. 1223) è data dall'attuale cono eccentrico.

I coni vulcanici costituiti o ricoperti da ceneri presentano spesso numerosi solchi radiali (*barrancos*), dovuti alle acque di dilavamento, che trascinano al basso enormi colate di fango.

Il più delle volte l'apparato vulcanico è *composto*, cioè presenta *coni avventizi* allineati sui fianchi in corrispondenza a fratture, i quali possono essere tutti contemporaneamente in attività, come sull'Etna; oppure con crateri accoppiati aventi eguale attività come sul Kilimangiaro nell'Africa Orientale.

I coni vulcanici, se sono costituiti solo da strati sovrapposti di materiali detritici e ceneri variamente stratificate, hanno pendenza assai accentuata, che può raggiungere anche i 30°, e sono facilmente smantellati dagli agenti esterni; se invece sono *misti*, intercalati cioè di detriti e colate di magma, che fanno da armatura all'apparato esterno, hanno inclinazioni più dolci e sono più stabili.

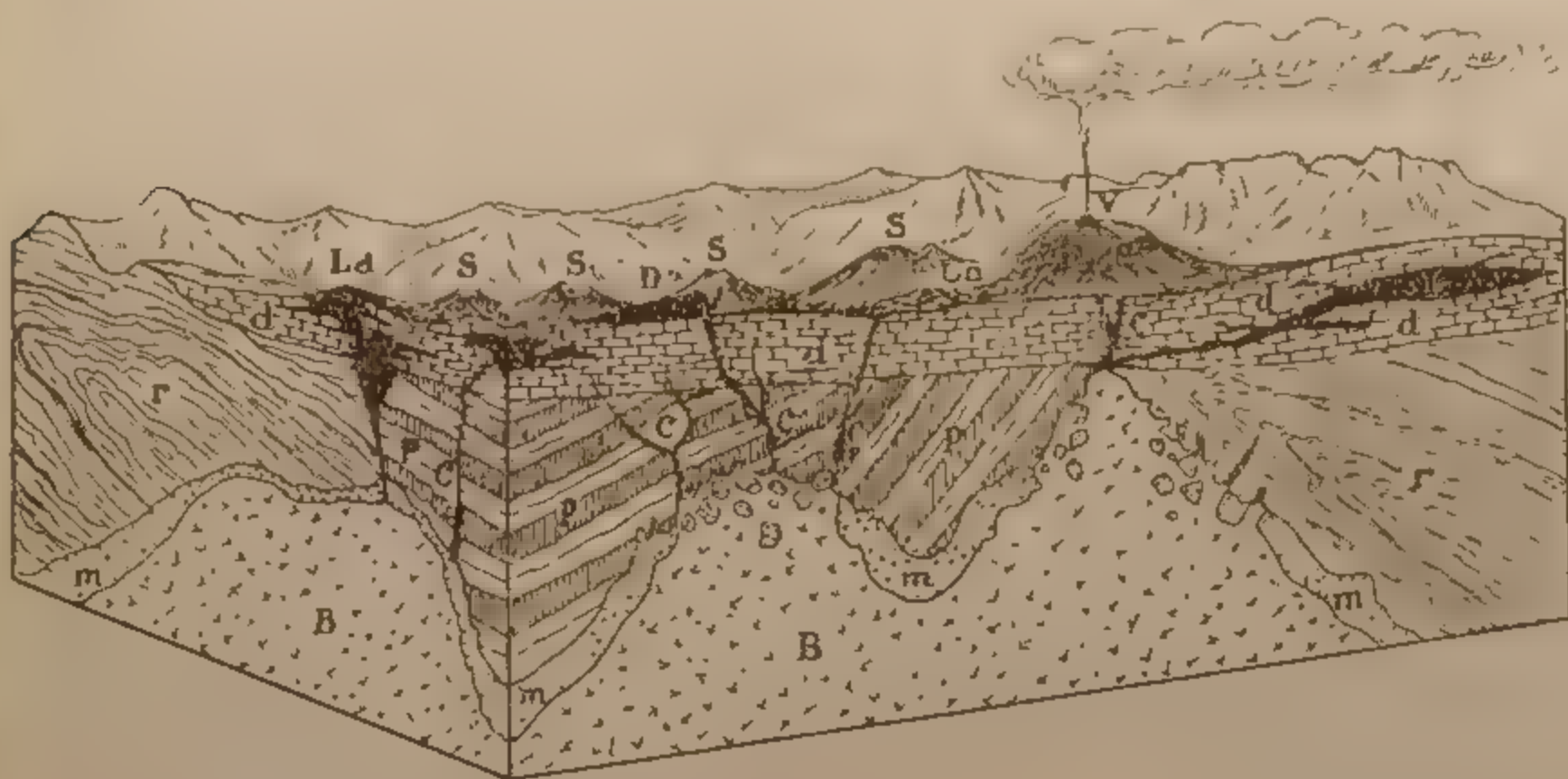



Fig. 96. — Schema di vulcani e di fenomeni plutonici.

Se il vulcano è da molto tempo inattivo, il suo cono può col tempo essere smantellato dagli agenti esterni, e lasciare a nudo il camino craterico, il quale se riempito di magma solidificato, può emergere quale spuntone roccioso verticale, come talora si vede nei vulcani spenti dei M.ti Euganei, nella Pianura Veneta.

I crateri hanno grandezze molto varie. Il maggiore è quello del vulcano spento del Ring-guit (Giava) con 21 km. di diametro, e quello attivo del Katemai nell'Alasca con 17 km. di diametro, a cui fanno seguito quello del Chilauea nelle Is. Havaii con 13 km., e quello del Popocatepeti nel Messico con oltre 5 km. Il cratere dell'Etna ha un diametro di 700 m., quello del Vesuvio di m. 600. Ma l'altezza del cono e la forma e grandezza dei crateri sono soggetti a continui mutamenti, durante le eruzioni.

I vulcani si dicono *attivi*, quando eruttano, o continuamente come lo Stromboli, o di tratto in tratto, materiali provenienti dall'interno del suolo, mentre ai periodi di attività sono intercalati periodi di riposo più o meno completo; sono *quiescenti* o *spenti* quelli che, da tempo immemorabile, non hanno più dato segno d'attività.

I vulcani, possono formarsi non solo sulle terre emerse (*subaerei*), ma anche sotto il mare, e forse più spesso di quanto si conosca, e si dicono allora *sottomarini*. Questi coll'accumularsi dei detriti dell'eruzione possono diventare subaerei, come la famosa I. Giulia o Ferdinandea, formatasi nel 1831, a SO di Sciacca fra la Sicilia e l'I. di Pantelleria, e che fu a poco a poco demolita dal mare. Altri vulcani sottomarini si hanno nel Mediterraneo presso Santorino nell'Arcipelago Greco, nell'Atlantico in vicinanza delle Azzorre, nel Pacifico presso le Is. Aleutine ecc.

Sebbene il vulcanesimo possa considerarsi attualmente come un fenomeno locale, limitato ad alcune zone della superficie terrestre, in altre epoche geologiche ebbe una estensione ben maggiore. Dall'estensione di enormi depositi di lava di tipo basico assai fluida (*basalti*), appare che essa dovette spesso sgorgare da ampie, lunghe fratture della crosta terrestre. Questo tipo di vulcani (*vulcani a spaccatura*) è oggi limitato quasi esclusivamente a certe zone dell'Islanda e della Nuova Zelanda. Lungo le maggiori fratture della crosta terrestre si notano invece, quasi sempre, allineamenti di *vulcani a condotto centrale* come quelli del Messico occidentale, delle Is. Lipari nel Tirreno, delle Is. Cicladi nell'Egeo e via di seguito. Degli espandimenti preistorici (*trappici*) di materiali eruttati sono da ricordare, quello esteso per più di 800.000 kmq. e collo spessore di più di 300 m., nel bacino del Paranà in Brasile, quello dell'Idaho negli S. U. d'America, di più di 800 000 kmq. e colla potenza di quasi 1000 m.; quello di 300.000 kmq. nel NW della Penisola del Deccan (India) e gli estesi espandimenti basaltici dell'Altipiano Etiopico. In Italia il più esteso espandimento geologico è quello della cosidetta piattaforma porfirica atesina del Trias inferiore, estesa per oltre 500 kmq. fra la valle dell'Adige e quella dell'Avisio.

Durante le eruzioni i vulcani emettono *lave*, cioè materiali fluidi pastosi del magma subcrostale, a temperature assai elevate, attorno a 1200° C., formate di roccie silicate fuse, nelle quali i feldispati superano il 90%.

Le colate laviche, per la loro viscosità, si rapprendono in volute, in cordate o in blocchi pastosi incandescenti di colore azzurro-metallico cupo, con proprietà magnetiche, per gli ossidi di ferro che contengono, talora con struttura spugnosa, per lo svolgersi dei vapori che le compenetrano (*fumarole vulcaniche*).

Tra i loro costituenti essenziali vi è sempre un'alta percentuale di silice; si dicono *acidi* i magmi che ne contengono più del 60%, *neutri* quelli che ne contengono fra il 60 e il 50%, *basici* quelli che ne hanno meno del 50%.

Ciascun vulcano può emettere, in tempi diversi, lave di tipo diverso, ma di solito mantiene il tipo suo proprio. Le *lave acide* (lipariti, trachiti ecc.) meno dense, meno fusibili, ma più vischiose, si solidificano assai facilmente nell'interno stesso del condotto o camino vulcanico, dando luogo a potenti ammassi, come il « dente de La Pelée » (Martinica, anno 1912), che sotto la spinta dei magma inferiori si è sollevato come una colonna di 700-800 m. di diametro, per 476 m. sopra il cratere da cui emerse (*eruzione estrusiva*). Le *lave basiche* con meno del 50% di anidride silicica (basalti), più fusibili, più dense, sono scorrevoli (da m. 1,50 all'ora a 8 m. al secondo) e cristallizzano più lentamente, dando luogo ad espandimenti orizzontali o lunghe colate.

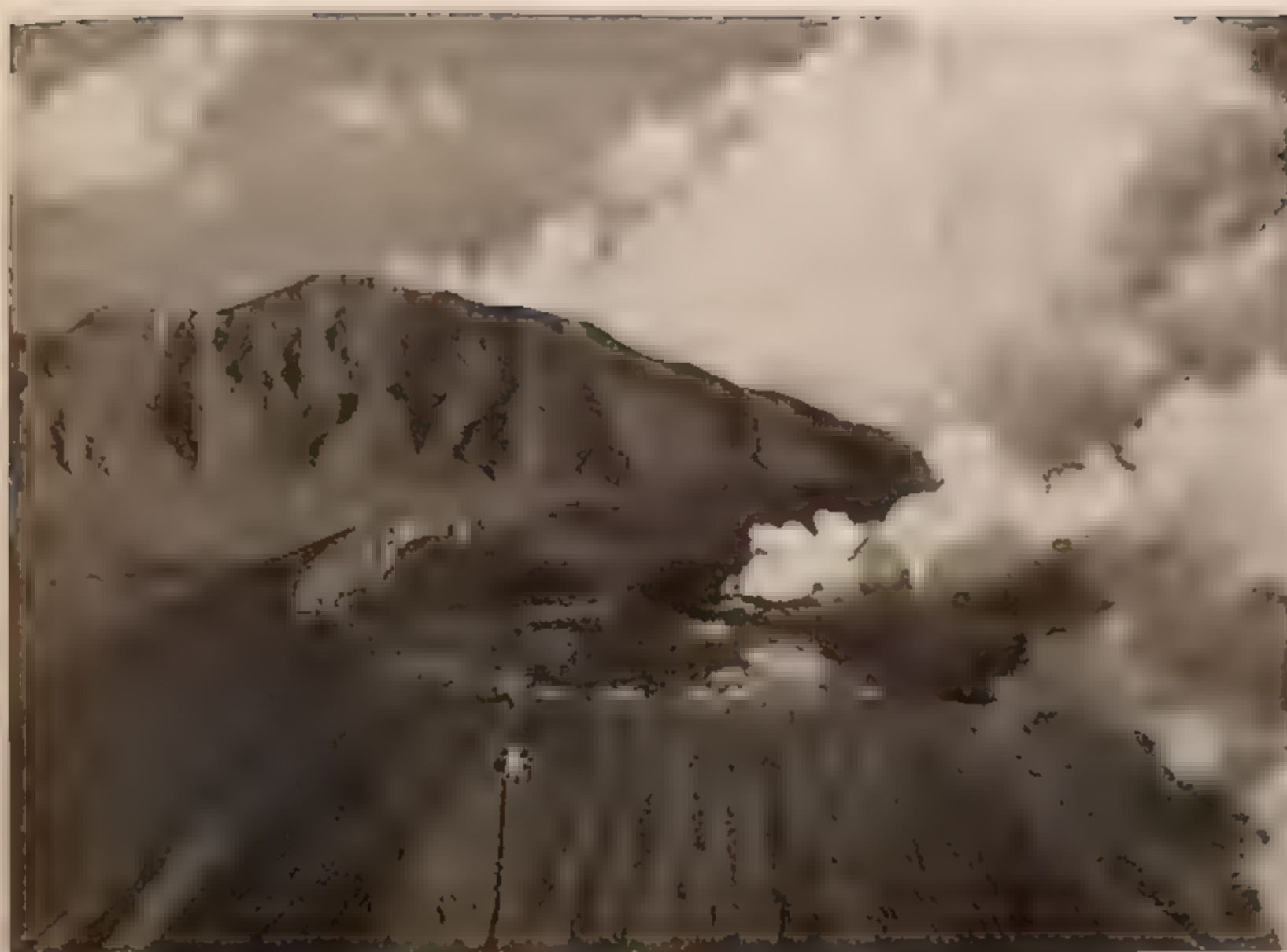



Fig. 9 - Cono del Vesuvio e Atrio del Cavallo

Fig. 10 - Detriti di falda nelle zone calcaree in Val d'Aosta

Fig. 11 - Macereto di frana sulla strada del Sempione

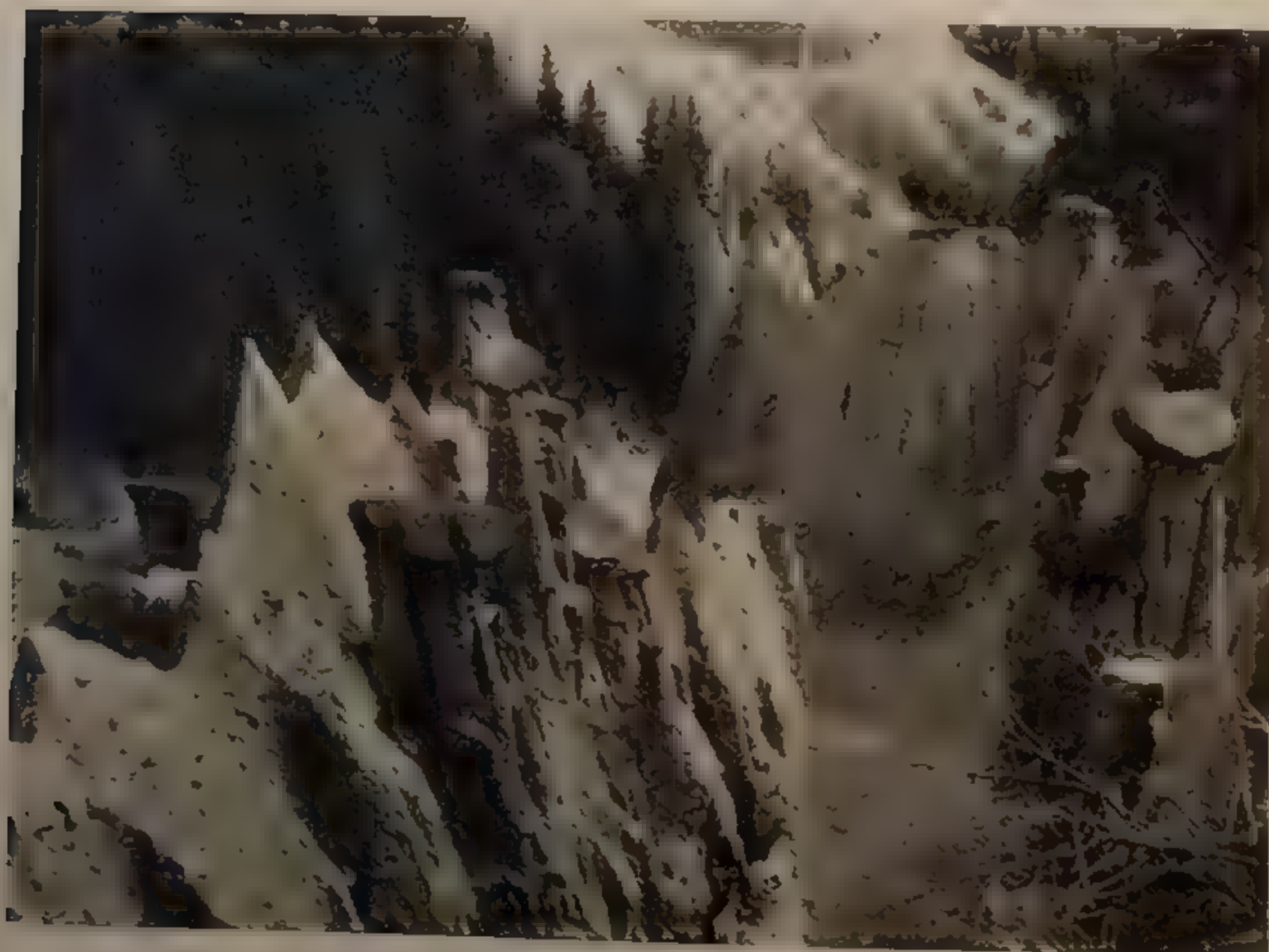



Fig. 12 - Piramidi d'erosione sull'Altipiano del Renòn in Val d'Isarco

di frana sulla [illegible]

La parte superficiale della massa di lava si solidifica rapidamente vetrificandosi (*ossidiane*) mentre quella profonda conserva lo stato fluido e caldo per lungo tempo [illegible] per oltre 30 anni perchè irradia molto lentamente attraverso le [illegible] cattive conduttrici del calore e infine si micro-cristallizza in un aggregato di minerali silicati; se poi è basaltica, col raffreddarsi può dividersi in prismi, come i basalti colonnari nella celebre grotta di Fingal in Scozia. Nei vulcani costantemente attivi le lave basiche possono rimanere lungamente allo stadio fluido entro il cratere, come nei vulcani Mauna Kea e Chilauea delle Is. Havaii, a formare dei laghi di lava.

Tra i materiali eruttati dai vulcani, nella fase esplosiva, vi sono frantumi di materiali solidi strappati alle pareti del cratere, il quale viene generalmente allargato, brandelli e gocce di lava, che l'esplosione strappa dalla massa lavica, e sabbie e polveri di materiale lavico più minuto.

Le *bombe* sono pezzi di lava lanciate allo stato ancora fluido, che acquistano, per il movimento di roteazione durante il lancio, una forma sferoidale, talora vuote nell'interno, dalla grandezza di una noce, fino a 200 cmc. di volume; i *lapilli* sono frammenti di lava vacuolare che ricadono in prossimità del cono; le *ceneri* sono costituite da particelle minutissime, anche meno di un centesimo di mm., di lava polverizzata per l'uscita di gas e vapori, e che essendo leggerissime sono trascinate col getto di vapori fino a grandi altezze, dove si espandono (*pino vulcanico*), per poi ricadere, talora ad enormi distanze quando sono spinte dai venti, o sul suolo o sugli oceani.

Le ceneri del vulcano Cracatoa nello Stretto della Sonda, nell'eruzione del 1883, furono lanciate fino a 27 km. di altezza e si sparsero oltre a 1000 km. di distanza, quelle del Vesuvio e dell'Etna coprono per più ore il Sole e spesso, spinte dai venti, cadono in tutta Italia e fino a Costantinopoli e sulle coste africane.

Le quantità di lave eruttate possono essere enormi. Il vulcano Lachi in Islanda fu calcolato che avesse eruttato, nel 1783, kmc. 27 di lava; quelle del Chilauea nelle Is. Havaii si calcolano a 5 milioni di mc.; l'Etna, nell'eruzione del 1669, emise non meno di 70 mil. di mc.; il Vesuvio, nel 1794, non meno di 23 mil. e, nel 1906, 10 mil. di mc. di lava. Complessivamente le più ingenti quantità di materiali eruttati in tempi recenti, sono: 150 kmc. del Tambora (Sonda), fra il 1814-15; 50 kmc. dal Coseguina (Nicaragua), nel 1835; 23 kmc dal Krakatoa (Sonda), dal 26-29 agosto 1883; e kmc. 0,166 dal cono vesuviano, nell'eruzione del 1906.

I *materiali gassosi* sono dati da acido cloridrico, anidride carbonica, ossido di carbonio, azoto, acido solfidrico, idrogeno, anidride solforosa; ma sopratutto sono rappresentati dall'acqua allo stato di vapore e tutti, insieme alle ceneri, formano il pennacchio del vulcano (*pino vulcanico*), nube densa che, nelle grandi eruzioni del Vesuvio sale fino a 7-8000 m., sei volte cioè l'altezza del vulcano stesso.

Talora queste nubi restano aderenti al suolo e con la loro alta temperatura (circa 1100°) esercitano azioni distruttive, trascinando con sè polveri e blocchi — come la *nube ardente* che dal vulcano Pelée distrusse S. Pietro della Martinica, nel 1902 — i quali poi si depositano in forma caotica.

§ 86. — MECCANISMO DELLE ERUZIONI. — Un vulcano è in eruzione quando emette gas e vapori, ad alta pressione, che trascinano lapilli, ceneri e lave.

Ogni eruzione è di solito preceduta e accompagnata da terremoti locali e rumori sotterranei (*boati*). Dal vulcano si sprigionano enormi quantità di vapor d'acqua, con esplosioni e lancio a grande altezza di frammenti di lava, ceneri, scorie, dovute al frantumarsi della precedente lava solidificata, che bloccava il condotto vulcanico. Diminuisce poi questa *fase esplosiva* o *pliniana* (perchè descritta da Plinio il Giovane nella eruzione del Vesuvio del 79 d. C.), per dar luogo a quella *eruttiva* delle correnti di lava, che possono uscire dal cratere o aprirsi la via più in basso, e che discendono per il pendio del monte, con velocità variabile a seconda della loro fluidità; non in ogni eruzione però v'è emissione di lava. Segue da ultimo la *fase di solfatara*, nella quale il vulcano torna tranquillo, non emettendo che gas e vapori.

La *fase esplosiva*, detta anche *vulcaniana*, perchè il nostro Vulcano (Is. Lipari) si trova quasi sempre in questa fase, è preceduta da segni precursori, quali sono i tremiti ben localizzati e superficiali, i boati sotterranei, la scomparsa di sorgenti ecc.; dopo di che, vi è una potente esplosione di vapori, che distruggono l'apparato vulcanico precedente, con sprofondamento e allargamento del cratere. Da questo nuovo cratere viene lanciata una colonna di gas e vapori infiammati, insieme al materiale detritico dell'esplosione, che ricadendo può seppellire intere città e paesi (come Pompei ed Ercolano alle falde del Vesuvio, nel 79 d. C.).

Nella *fase eruttiva*, detta anche *stromboliana* o *havaiana*, trovandosi lo Stromboli e i vulcani delle Is. Havaii sempre in questo stato, le lave, giunte ormai sull'orlo del cratere, cominciano ad espandersi e scendere lungo i pendii del cono vulcanico, a forma di colate, che si muovono lentamente, ma irresistibilmente, tutto spezzando e incenerendo nel loro passaggio. Finalmente la *fase di solfatara* o di *emanazione*, prevale alla fine del parossismo vulcanico, quando il cratere non emette più che *fumarole*, con gas diversi ad alta temperatura, ed entro il cratere maggiore si formano dei piccoli coni avventizi, dai quali scende poca lava.

Questo ciclo si ripete più volte nella vita di un vulcano. In genere il suo destarsi è caratterizzato da fasi *esplosive;* mentre la fase di *solfatara* è propria dei vulcani quiescenti (come nella Solfatara di Pozzuoli), nei quali si possono avere *fumarole secche*, molto calde (più di 500° c), ma senza vapori d'acqua, con prevalenza di cloruri di sodio e di potassio; o *fumarole acide* con sviluppo di anidride solforosa ed acido cloridrico, come nella Solfatara di Pozzuoli; *stufe* se emettono solo vapor d'acqua, come nei Campi Flegrei; *moffette* se danno luogo ad emanazioni di anidride carbonica più pesante, che si stende presso il suolo, come nella Grotta del Cane ad Agnano (Campi Flegrei).

§ 87. — VULCANESIMO INTERNO O PLUTONICO. — I materiali magmatici profondi, quando vengono spinti in alto, attraverso fratture od aperture interne, senza che possano aprirsi la via per l'esterno, possono divaricare e anche inarcare gli strati superficiali del terreno, formando intumescenze o cupole, sotto le quali poi il magma si solidifica, cristallizzando lentamente. Quando, per la denudazione degli strati sovrastanti, essi vengono in luce, si presentano in tre forme tipiche (fig. 96 B-L-D):

a) *Batoliti*, rocce magmatiche solidificatesi a grande profondità ed espanse in larghezza anche inferiormente, senza che si possa riconoscere un camino di ascesa; esse sono perfettamente cristallizzate (es. i graniti) e determinano larghe azioni metamorfiche di contatto sulle rocce incassanti.

b) *Laccoliti*, ammassi di magma cristallino solidificato, che comunicano con la parte profonda mediante un camino più o meno angusto attraverso al quale fu iniettato il magma (così nei Colli Euganei della Pianura Padana), che danno luogo a rocce vulcaniche intrusive, con cristallizzazione periferica microcristallina e interna macrocristallina.

c) *Dicchi*, riempimenti magmatici consolidati entro fratture della crosta terrestre o fra gli interstizi di strati, con spessori e lunghezze talora enormi e che messi allo scoperto, formano muraglioni rocciosi, lunghi anche diversi chilometri, che s'innalzano quasi verticalmente fra gli strati sedimentari (***muraglie del diavolo***).

Durante il processo di raffreddamento si ha una differenziazione del magma, in genere nelle parti superiori si hanno materiali acidi più leggeri, inferiormente materiali basici più densi. Le parti esterne hanno spesso costituzione e struttura diversa dalle interne, a contatto colle roccie incassanti si notano spesso fenomeni di alterazione profonda per contatto e talora formazioni di minerali metalliferi

In genere le rocce vulcaniche, contenendo spesso composti potassici (feldispati, leucite) o fosfatici (apatite), con la degradazione meteorica, danno luogo ad un suolo molto fertile per la vegetazione. Tipico esempio, la fertilità delle zone circumvesuviana e circumetnea.

§ 88. — Distribuzione geografica e origine dei vulcani. — Si valutano a 430 i vulcani che hanno dato segno di vita negli ultimi tre secoli; ma essi non sono distribuiti uniformemente sul Globo, 9/10 della superficie terrestre essendo priva di zone vulcaniche.

Di questi vulcani, 336 (47 sottomarini) sono nella regione del Pacifico, 94 (33 sottomarini) in quella dell'Atlantico; la massima parte sono disposti sull'allineamento delle geosinclinali e precisamente sulla cintura delle Antille e della geosinclinale circumpacifica e in quella che dal Mediterraneo arriva alle Is. della Sonda (fig. 91). Essi si trovano o sui monti a pieghe, o fra questi e le fosse delle geosinclinali costiere (così i vulcani italiani rispetto agli Appennini, gli Euganei rispetto alle Alpi, quelli ungheresi rispetto ai Carpazi ecc.) e sono geologicamente recenti. Pochi dei vulcani del Globo sono continentali od oceanici, distribuiti cioè lungo le grandi linee di frattura del Globo (p. e. la zona delle fosse dell'Africa Orientale e del Mar Rosso), oppure sull'orlo fratturato di massicci continentali e sui rilievi suboceanici (es. Groenlandia, Islanda, Siberia settentrionale, Manciuria, Antaride, Is. Havaii ecc.).

Si noti ancora che nei vecchi massicci continentali, dove il vulcanesimo non fu mai molto intensivo, o attraverso le fratture dell'Êra terziaria (come nei vulcani italiani) si hanno effusioni basaltiche (materiali basici profondi, tipo *Sima*), come quelle gigantesche del Deccan, del Paranà ecc.; così pure nelle aree oceaniche dell'Atlantico e nel Pacifico si hanno vulcani a materiale basaltico (*Sima*),

che poggiando sul fondo degli oceani, raggiungono altezze di 8-10 km (delle Havaii), mantenuti in equilibrio, dalla pressione dell'acqua circostante.

Nei vulcani invece più recenti, dei sistemi montuosi a pieghe, presso le geosinclinali, prevalgono i materiali meno densi di tipo acido superficiali (tipo Sial), che si presentano in forma di batoliti e laccoliti fra le catene corrugate, e di vulcani attivi al sommo delle creste montuose come nelle Ande dell'America, giacchè nel ripiegamento degli strati interni, il Sial aumenta di spessore e profondità, e si trova così in condizioni di pressione e temperatura da poter passare dallo stato solido a quello magmatico.

I vulcani attivi del Globo, attorno alla grande cintura di fuoco del Pacifico sono quelli della Patagonia, del Cile (Aconcagua, m. 6960), della Bolivia (Illimani m. 6617), dell'Ecuador (Chimborazo, m. 6310), del Messico (Popocatepetl, m. 5439), dell'Alasca (M. S. Elia, m. 5490), delle Is., Aleutine, della Pen. di Camciatca (Cluci, m. 4804), del Giappone (Fusi-jama, m. 3778), delle Filippine, della Nuova Guinea, della Nuova Zelanda, dell'Antartide.

L'altro gruppo è quello delle depressioni mediterranee, che comincia dalle Antille (Pelée della Martinica, m. 1350), nel Mare Mediterraneo (Stromboli, Etna, Vesuvio e Santorino), fino alle Is. della Sonda (Cracatoa, m. 810). Lungo la Grande Fossa africana v'è ancora attivo il Chirunga, e nell'Islanda l'Ecla.

I vulcani attuali italiani, con caratteri assai tipici, sono i maggiori d'Europa e si riuniscono in due gruppi:

a) Gruppo Flegreo: Il Vesuvio (m. 1223), attivo dal 76 d. C.; l'Epomeo (Ischia, m. 792), la cui ultima eruzione fu del 1302; la Solfatara di Pozzuoli, che dopo il 1198 è in stato di solfatara; il M. Nuovo (m. 140), che sorse in due giorni, nel 1538, e poi rimase quiescente. Sono inoltre vulcani spenti, da tempi non lontani, le isole Palmarola, Ponza, S. Stefano, Ventotene, Ischia, Procida ecc. nelle Isole Pontine, nonchè i numerosi crateri dei vicini Campi Flegrei.

b) Gruppo Siculo, comprende tre zone: Isole Eolie ed Ustica, con due vulcani attivi: (Vulcano, m. 499, e Stromboli, m. 926); le aree di Pantelleria e Linosa, con eruzioni sottomarine del 1831 e 1901; Etna (m. 3279) e i vulcani quiescenti di Noto.

Vulcani spenti, fin dal Terziario, sono invece in Italia, i M.ti Euganei, nella Pianura Padana, quelli dei M.ti Cimini, Sabatini e Albani nel Lazio.

Il fatto che le aree di geosinclinali coincidono con quelle di massima sismicità e del massimo vulcanesimo (fig. 91) ha fatto pensare che i tre ordini di fenomeni siano collegati da comuni vincoli genetici. I materiali che alimentano il vulcanesimo, data la loro costituzione, non provengono certo dal nucleo interno della Terra, bensì i dati gravimetrici e sismici fanno ritenere che il vulcanesimo a lave basiche, che è proprio delle zone dei massicci continentali fratturati e dei bacini oceanici, provenga dal *Sima*, fra i 50 e 300 km. di profondità; e quello dei rilievi a pieghe, prevalentemente acido, dal *Sial* compreso nelle pieghe profonde. Tuttavia, la costanza del tipo di lave per ogni vulcano e la loro diversità, anche fra quelli vicini, fanno pensare che essi siano alimentati da bacini magmatici isolati e discontinui, derivanti da processi secondari, per cui materiali già solidi passerebbero allo stadio fluido, per circostanze di carattere locale.

Fra queste, massima la diminuzione di pressione, che permette a rocce profonde ad alta temperatura, dove la liquefazione era impedita dall'enorme pres-

sione, di venire in zone dove la pressione possa essere diminuita e la temperatura di liquefazione essere raggiunta. Le profonde fratture della crosta terrestre, proprie di massicci continentali (Africa Orientale) e delle aree litoranee (vulcani italiani) potrebbero così permettere la formazione di bacini interni alimentanti i vulcani continentali ed oceanici con lave profonde del *Sima*.

Nelle regioni a pieghe si hanno invece aree di intensive variazioni di tensioni, che si manifestano coi fenomeni sismici, e che possono dare variazioni locali di pressione, così da permettere la fusione di rocce acide del *Sial*, incluso entro le pieghe degli strati sovrastanti, e le cui variazioni elastiche interne spiegherebbero la tendenza dei magmi a salire in alto.

D'altra parte l'enorme sviluppo del vapor d'acqua nei fenomeni vulcanici dimostra che il vapor d'acqua deve avere la sua parte nella ascensione della lava entro il condotto vulcanico esterno, vapore che sarebbe dato, piuttosto che dal mare, dall'acqua d'imbibizione della roccia, che evaporizzerebbe a contatto del magma fuso.

§ 89. — FENOMENI VULCANICI SECONDARI E FENOMENI PSEUDOVULCANICI. — Ai *fenomeni vulcanici secondari* si collegano i fenomeni eruttivi di acque e gas di origine profonda (*sorgenti ipogeiche*) a temperatura elevata e mineralizzate, che per la loro manifestazione e distribuzione si annodano, più o meno, al vulcanesimo. Fra questi meritano essere notati:

a) i *geysers* sono un caso speciale di sorgenti termali, che si manifestano con esplosioni intermittenti e di cui si hanno esempi in aree vulcaniche, così in Islanda, nelle Azzorre e negli Stati Uniti (Parco Nazionale di Yellowstone, dove ve ne sono oltre 10.000) e già nella Nuova Zelanda, ora cessati. Nei geysers il fenomeno caratteristico è dato da acque che tengono disciolta silice idrata (gayserite) o carbonati, che poi si depositano all'ingiro in imponenti incrostazioni, e le quali vengono lanciate fuori ad intervalli variabili da 6 a 30 ore, con un getto che arriva anche a 200 m.

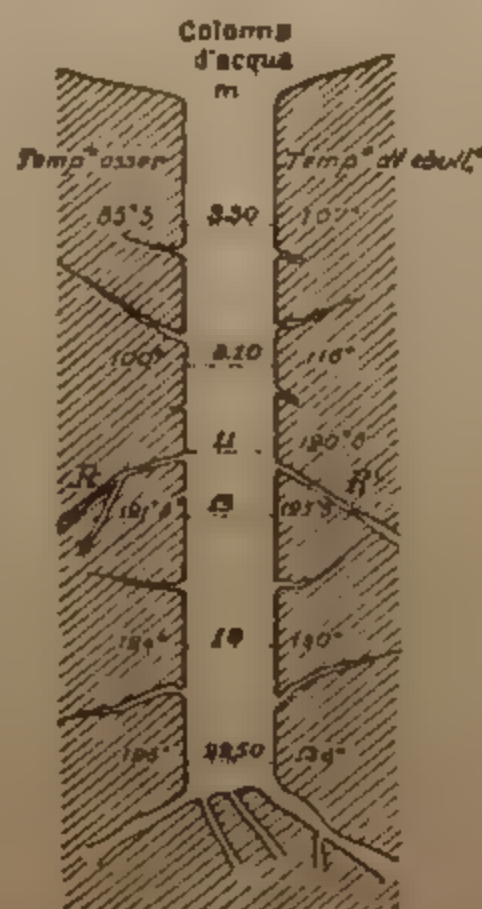



Fig. 97. — Schema di un geyser.

L'intermittenza del getto, secondo il Bunsen, sarebbe dovuta alla colonna d'acqua che riempie il camino vulcanico e che è fortemente riscaldata alla base, ma che, per la pressione della colonna d'acqua sovrapposta, non raggiunge la temperatura di ebollizione, finchè non è portata, dalla tensione dei vapori sottostanti, ad una quota (fig. 97, R — R'), dove per la diminuita pressione, si riduce istantaneamente in vapore, proiettando verso l'alto tutto lo strato d'acqua sovrastante. Dopo di che, il geyser torna in riposo, fino a che nuova acqua affluente dalle rocce circostanti non abbia riempito nuovamente il camino e la temperatura non sia di nuovo salita al punto di ebollizione.

b) i *soffioni boraciferi*, che si trovano a Larderello nella zona di Volterra, fra i fiumi Cecina e Cornia nell'antica area vulcanica tirrenica, sono

getti di vapor d'acqua, che raggiungono perfino i 160° C., con tensione di circa 3 atmosfere e che trascinano seco acido borico (*sassolite*), idrogeno solforato, ammoniaca, anidride carbonica; la *sassolite* viene estratta per evaporazione e cristallizzazione, utilizzando il calore stesso dei soffioni.

I caratteri dei soffioni sono simili a quelli delle solfatare vulcaniche. I vapori escono sibilando e s'innalzano fino a 15-30 m dal suolo, determinando nei loro camini di sfogo ostruzioni e chiusure, per cui deriva l'apertura di nuovi camini in altri punti.

Oggi a Larderello i soffioni sono provocati artificialmente con trivellazioni fin oltre i 100 m per lo sfruttamento industriale dell'acido borico. Per raccoglierlo si scavano dei «lagoni» riempiti d'acqua, dove i getti sciolgono i loro prodotti e che scolando in particolari vasche («adriane») riscaldate dagli stessi getti di vapore, evapora incrostando dei suoi sali i recipienti. Il calore dei soffioni viene utilizzato anche a far funzionare motori termici per produrre energia elettrica.

c) le *sorgenti termali* sono sorgenti di acque sotterranee calde, che vengono alla superficie del suolo, da profondità dove sono alte temperature; sono quindi spesso mineralizzate e medicamentose, giacchè nel loro percorso verso l'esterno, hanno disciolto sali minerali contenuti negli strati attraversati. Esse sono in rapporto colla vulcanicità delle zone in cui compaiono, solo se, oltre l'alta temperatura superiore ai 50° C., hanno ricchezza di gas e prodotti minerali, che non si trovano nelle roccie superficiali fra le quali emergono, e hanno carattere d'intermittenza; sono dette allora *ipogeiche*, perchè provenienti da focolari vulcanici profondi.

È difficile stabilire se le acque termali siano in diretta connessione col fenomeno vulcanico, come quelle di Carlsbad in Boemia, e da noi quelle d'Ischia con temperatura superiore a 100° C., di Abano con 87°, di Casamicciola a 70°. Altre volte si tratta di acque meteoriche che, attraverso ad una vasta rete di meati superficiali, scendono in profondità assumendone il grado geotermico, nonchè la mineralizzazione; mentre risalgono rapidamente alla superficie attraverso larghe fessure del suolo. Queste acque, dette *epigeiche*, hanno temperature di solito inferiori ai 50°.

Sono *fenomeni pseudovulcanici*, quelli che presentano manifestazioni esterne simili a quelle vulcaniche, ma che non sono collegati direttamente col vulcanesimo. Così:

a) le *salse*, emissioni d'acque melmose fredde o calde, i cui fanghi si depositano a forme di conetto o si stendono in laghetti, dove gorgogliano gas di idrogeno solforato, anidride carbonica e tracce di petroli; questi vulcanetti, alti 5 o 6 metri, hanno vita assai breve e si trovano sopratutto nei terreni argillosi dell'Appennino Modenese (Nirano), in Lunigiana, come pure in Sicilia, dove sono denominati *maccalube;*

b) le *fontane ardenti* emettono idrocarburi (fino al 97%), che possono facilmente accendersi, e sono allineate nell'Appennino Parmense e Modenese parallelamente alla linea delle salse (Pietramala, Barigozzo ecc.) e talora presentano forme parossistiche di esplosioni. Manifestazioni più grandiose di esse si hanno sul Caspio, nel Caucaso, in Cina.

c) i *vulcani di fango* sono salse grandiose con coni che possono raggiungere fino a 400 metri d'altezza, con trabocchi di fanghi impregnati di petrolio e che si trovano principalmente presso la sponda occidentale del Caspio. Alle salse ed ai vulcani di fango si rannodano, di solito, accumulazioni di petrolio di origine spesso organica, nell'interno della crosta terrestre, come in Pensilvania, in Russia e, in piccola parte, anche in Italia, e che nulla hanno a che fare con fenomeni vulcanici.

d) le *stufe* sono emissioni di vapor d'acqua quasi puro, come a Lipari, ad Ischia e nella Nuova Zelanda, mentre le *putizze* sono emanazioni di idrogeno solforato, che si trovano in Toscana.

CAP. XVI.

FENOMENI ESOGENI E LORO ATTIVITÀ

§ 90. — FENOMENI ESOGENI. I *fenomeni esogeni* avvengono sulla superficie della terra e sono dovuti, per la massima parte, a fattori esterni alla crosta terrestre. Essi si risolvono in azioni di disgregazione e asporto delle rocce superficiali da un punto ad un altro e tendono ad un livellamento della superficie terrestre, abbassando i rilievi e colmando le depressioni, in contrapposto con i fattori *endogeni*, che con la loro azione determinano dislocazioni e dislivelli più o meno sensibili; ne consegue che sulla faccia della Terra non si raggiunge mai un equilibrio completo.

I fattori esterni della evoluzione della crosta terrestre agiscono su questa, per azioni sia chimiche, sia fisiche e con intensità diversa, a seconda della composizione mineralogica, struttura fisica e disposizione tettonica delle rocce. Le fonti essenziali della loro energia sono sempre le radiazioni solari e la forza di gravità, che agiscono attraverso l'attività distruttrice e costruttiva dell'atmosfera, delle acque continentali e marittime e degli esseri viventi, i quali ultimi devono essere annoverati anch'essi fra gli agenti di trasformazione della superficie terrestre.

Ogni agente esogeno esercita, di solito, una triplice azione: di disgregazione o preparazione del materiale, di trasporto del materiale stesso e di deposizione del materiale trasportato.

I fattori esogeni agiscono chimicamente, modificando la natura intima delle rocce, e fisicamente variandone le dimensioni e la struttura. La prevalenza dell'uno o dell'altro fattore, a parità di altre condizioni, è legata all'ambiente climatico; prevalgono le trasformazioni chimiche nelle regioni umide, come nelle zone equatoriali, quelle fisiche nelle zone aride tropicali o di alta montagna.

Le diverse proprietà fisico-chimiche delle rocce danno una fisonomia diversa alle forme del suolo, introducendo delle modificazioni locali, in contrasto coll'aspetto prevalente del paesaggio di una data regione. Così le forme molli, proprie delle argille plioceniche dell'Appennino Emiliano, sono bruscamente interrotte dalle pareti verticali degli strati gessosi o dagli spuntoni dioritici, che attraversano la formazione.

§ 91. — Azioni meteoriche. — Sono dovute direttamente all'atmosfera, che agisce sulla superficie terrestre con azioni chimiche e fisiche di demolizione, a preparare materiali incoerenti che possono essere poi trasportati lontano dal luogo d'origine.

a) La *decomposizione chimica* è dovuta prevalentemente all'acqua e alle sostanze gassose o solide in essa disciolte, soprattutto ossigeno e anidride carbonica. Queste modificano, alla superficie, la natura della roccia, mediante dissoluzioni, ossidazioni o idratazioni, carbonatazioni ecc. (*alterazione chimica*), formando una crosta di alterazione (*roccia sfiorita*) di materiali assai minuti e di vario spessore, che se rimane in posto serve a ricoprire la sottostante *roccia fresca* o *intatta* e a ritardarne la successiva alterazione.

Il formarsi di terreni di decomposizione superficiale in posto (*suoli eluviali*) avviene per lenta degradazione soprattutto nelle rocce incoerenti, come le ghiaie dei terreni alluvionali o di trasporto (dei fiumi, dei ghiacciai ecc.), e in modo diverso a seconda della natura dei materiali stessi (ciottoli di calcare, dolomia, granito, scisto ecc.).

E ciò anzitutto per la *decalcificazione* dei ciottoli calcari e la *idratazione* di quelli silicati; i quali tutti danno un suolo sabbioso, pulverulento impregnato di ossidi-idrati di ferro (di colore rossastro) e di sali potassici, insieme ad acido umico (e quindi di color bruno, per le decomposizioni di organismi vegetali che su essi hanno vissuto); suoli ambedue assai fertili (*terreno agricolo*). Tale alterazione prosegue dall'alto verso il basso, ma arriva a profondità diversa nei vari punti, a seconda della facilità di circolazione delle acque filtranti. Queste asportano il carbonato di calcio in profondità, che serve a cementare in conglomerato le ghiaie sottostanti, rese in tal modo compatte (così il *ceppo* di Lombardia, la *croda* del Veneto). Se però la decalcificazione è eccessiva, il terreno diventa sterile, come nei terreni ultraferretizzati, argillosi e impermeabili dell'alta pianura padana (*vaude* o *baraggie* in Piemonte, *groane* in Lombardia, *magredi* nel Veneto), i quali sono adatti solo ad una povera vegetazione xerofila, di eriche, ginestre ecc.

In generale dove prevale la decomposizione chimica si ha una morfologia molle a groppe mammellonari, senza spigoli salienti, senza variazioni brusche di pendìo e i materiali di decomposizione, che rimangono in posto, proteggono la roccia sottostante contro la disgregazione fisica; e se questi vengono trascinati in basso, colmano le depressioni, che assumono un fondo piatto ed umido, talvolta torboso.

Spesso, se si tratta di suolo granitico, come nella Bretagna e nei Vosgi, sui rilievi rimangono dei blocchi arrotondati sparsi, residuo della decomposizione del granito. Nei paesi tropicali, come nel centro dell'Africa, l'attività della decomposizione chimica, favorita dal clima caldo-umido equatoriale, dà luogo ad un caos di blocchi ciclopici arrotondati, sepolti dal materiale di decomposizione, la *laterite* rossastra, che copre il 49% del suolo africano.

Nelle rocce eterogenee, costituite di elementi grossolani di natura fisico-chimica diversa, come le anageniti, i porfidi ecc., la decomposizione chimica può mettere in libertà i materiali inglobati nelle rocce decomposte e dar luogo a forme assai varie e curiose, quali le *nicchie*, le *scodelle*, i *massi perforati* (finestre,

ponti, arcate, nelle creste sottili montuose, come il Ponte naturale di Veia sull'altipiano dei Lessini, il M. Forato nelle Alpi Apuane ecc.), oppure a sculture alveolari, come i *tafoni* nei graniti ed anageniti della Corsica e dei M.ti Pisani

b) La *disgregazione fisica* è dovuta sopratutto alla dilatazione superficiale delle rocce per effetto del calore diurno e alla loro contrazione per il raffreddamento notturno, specie nelle regioni a forte insolazione (alte montagne e deserti), determinando un progressivo sgretolamento delle rocce e preparando materiali superficiali grossolani e minuti

Le rocce eterogenee e cattive conduttrici del calore (come i graniti e le arenarie), sotto l'azione dei raggi solari si dilatano fortemente soltanto alla superficie, la quale si distacca dalla parte interna della roccia, dando luogo a sottili lamine, che poi si riducono in polvere (*desquamazione*). Se i salti termici fra il giorno e la notte e le conseguenti variazioni di volume nelle rocce omogenee sono molto notevoli, come nelle zone tropicali a clima secco o sulle cime delle alte montagne, le rocce si spezzano in blocchi man mano più minuti, anche con scoppi violenti (*deflagrazioni*), dando luogo a forme di massi accatastati su alcune vette montuose, o a brecce, ciottoli, arene, come nei deserti tropicali.

L'azione del gelo si fa sentire sopratutto in alta montagna, dove l'acqua condensatasi o penetrata nelle fessure delle rocce (piani di stratificazione, diaclasi, fessurazioni ecc.) gelando durante il freddo notturno od invernale, aumenta di volume (ogni cmc. di acqua dà 1,09 cmc. circa di ghiaccio), allarga le preesistenti spaccature, distacca blocchi più o meno grossi, frantuma la roccia e forma detriti, che rotolano in basso.

In generale la disgregazione fisica, dà luogo ad una morfologia contrastata, a forti dislivelli ed instabile, per la continua modificazione a cui va soggetta.

La disgregazione fisica agisce prevalentemente sulle forme delle pareti e cime montuose, che possono presentarsi o tondeggianti o a pianoro, dentellate o seghettate, a torri o a guglie ecc. Tale varietà dipende dal grado di compattezza della roccia, dalla disposizione degli strati (se orizzontali, inclinati, verticali) e dalla alternanza di rocce di diversa tenacità, che possono dar luogo a gradini, aggetti (*cengie*), spaccature (*canaloni*) ecc., sopratutto nelle montagne dolomitiche (con inclusioni di sali ferrosi, che danno il colore rosato alla roccia e ne facilitano la disgregazione) e scistose.

Se le azioni meteoriche agiscono su roccie variamente resistenti, specie se stratificate, esse le attaccano diversamente, rimanendo isolate le più dure. Ne conseguono forme di dettaglio assai varie nei lembi residui, come i monoliti, i funghi, le piramidi delle rocce calcaree e dolomitiche stratificate; o ancora forme mammellonari, pietre oscillanti, ecc., sulle vette più alte di taluni monti, specialmente nelle zone aride.

La forza di gravità, prima o poi, ha ragione di questi materiali disciolti, specie se appoggiati su pendii, ed essi, poco per volta, rotolano dall'alto e vanno accumulandosi ai piedi delle pareti rocciose da cui derivano, a formare una specie di arginatura di materiale caotico, angoloso, appoggiato alla base delle pareti rocciose (*ghiaioni* o *detriti di falda*). Esso è soprattutto abbondante nei rilievi calcarei fessurati o finemente

stratificati, specie se inclinati (Alpi delle Dolomiti, Alpi Calcaree Francesi ed Austriache ecc.), cosicchè talora soffocano le cime rocciose crollanti, attorno alle quali si accumulano.

Talora si formano dei grandiosi *coni* o *fasci* di pietra, i quali se sono di materiale minuto disposto con forte inclinazione, possono essere dotati di un lento movimento, così per la forza di gravità o per le acque filtranti e vengono chiamati ***colate di pietre***.

§ 92. — Le frane. — Si chiama invece *frana* o *franamento* il crollo più o meno brusco, di una parte grande o piccola di una falda montuosa in seguito alla rottura d'equilibrio delle masse rocciose o detritiche, quando l'inclinazione del versante supera il limite della coesione dei materiali.

Fig. 98. — Schema di una frana.

Cause predisponenti il distacco sono: sia la struttura geologica della formazione (materiali incoerenti, strati inclinati, rocce fessurate ecc.), sia l'azione delle acque filtranti, sia l'erosione alla base dei pendii rocciosi, sia la decomposizione chimica o disgregazione fisica e specialmente il gelo e disgelo, che allarga le fessure preesistenti. In questo caso, i materiali che cadono per forza di gravità, scendono improvvisamente e si accumulano in ammassi caotici (***macereto***), i quali per la forza viva acquistata nella caduta, possono giungere anche lontano dai piedi della parete rocciosa da cui provengono. Sul fianco del monte restano poi le tracce del distacco del materiale caduto, in spazi incavati (***nicchia di distacco***) o in pendii lisciati dallo scorrimento dei materiali franati (***liscione***, fig. 98).

Le frane possono avvenire per *crollo* di una parete rocciosa, a causa dell'allargamento delle fessure preesistenti o per erosione della base, dovuta di solito ad un corso d'acqua (« per sostegno manco » direbbe Dante), oppure per *scivolamento* di strati superficiali inclinati, poggianti su superfici rocciose, rese plastiche dalle acque filtranti, quali i banconi di calcari e arenarie poggianti su argille, come avviene spesso nell'Appennino Settentrionale.

Le Alpi, specie se calcaree, per la natura fessurata della roccia e per l'intensa azione del gelo invernale, sono particolarmente ricche di frane. Celebre la grandiosa frana del M. Elm in Svizzera (1881), quella dell'Oetztal in Tirolo, di Flims sul Reno, di Vedana nelle Alpi Bellunesi, di Mori in Val d'Adige ecc.

Se cadono sul fondo di una valle, le frane sbarrano il corso di un fiume e

danno origine ad un lago. Di tale origine è il Lago di Antrona nella Val d'Ossola (anno 16[illegible]), il Lago di Alleghe [illegible] Val C[illegible] [illegible] soggetti a facile interrimento e a rapido svuotamento, per lo sbrecciamento del corso d'acqua sull'incoerente ostacolo.

Di solito queste frane, per il loro brusco ed improvviso manifestarsi, danno luogo a gravi calamità, con distruzione di dimore e centri abitati e la morte di numerose persone.

Dicesi *smottamento* il progressivo e lento discendere di una falda montuosa superficiale, in terreni impermeabili, che imbevendosi d'acqua divengono pastosi, come nelle estesissime zone di argille, marne e galestri lungo l'Appennino e in Sicilia, massime se sottoposte a banconi calcarei inclinati. Il materiale smottato si dispone ad ondulazioni e piccoli rilievi, con laghetti e stagni intermedi, ad equilibrio instabile e soggetti quindi a smottamenti ulteriori, come nell'Appennino Emiliano.

L'Italia, per la prevalenza di rocce di facile disgregazione nell'Appennino (argille, marne, sabbie) ha abbondanza di terreni franosi, che rendono inabitabili estese zone e richiedono numerose opere di risanamento idraulico, per regolare il corso delle acque e impedire gli smottamenti.

§ 93. — AZIONE EOLICA. — Anche il vento esercita un'attività meccanica di demolizione sulle rocce (*corrasione*), unita ad una forza viva di trasporto (*deflazione*) e di accumulazione dei materiali asportati (*deiezione*).

L'azione di corrasione meccanica del vento, specie se è costante, è dovuta massimamente alle sabbie o polveri che esso trasporta e che, lanciate contro le rocce, le demoliscono lentamente, agendo come uno smeriglio.

Questa azione raggiunge i più cospicui effetti nelle zone aride, come nelle steppe e nei deserti, dove il materiale polverulento rimane sciolto, ed è tanto più intensa, quanto più le rocce contro cui si esercita, sono incoerenti e formate da materiali teneri, che vengono come cesellati (*cesellature eoliche*), dando luogo a caratteristiche levigature, scolture, incisioni, alveolature ecc., con arrotondamento di blocchi, smussatura di spigoli ecc. Nei deserti, spesso le pareti rocciose sono corrose alla base, per cui è facilitato il crollo della parte superiore; corrasione, che si esercita per mezzo di vortici sabbiosi presso il suolo, i quali scavano delle vere *marmitte eoliche*, lasciando come residuo, delle forme rocciose a fungo (*gur*) e allargano a forma di canali le diclasi o gli interstrati.

L'azione di trasporto delle sabbie e polveri dovuta al vento, è detta *deflazione* ed ha un'azione di crivellatura dei materiali, o separazione degli elementi più grossolani da quelli più minuti, i primi essendo accumulati in depressioni vicine, quelli finissimi anche trasportati a distanze enormi.

Secondo alcune esperienze per mettere in movimento, sopra una superficie orizzontale, dei granelli di mm. 0,2 è necessario un vento con la velocità di m. 1,50 al secondo; se l'inclinazione del suolo raggiunge i 5° o 10° è necessaria una velocità di 8 m. al sec. per muovere granelli da mm. 0.5 a 1. Tali velocità del vento sono tutt'altro che rare, nei grandi deserti tropicali e sui litorali degli oceani.

Se le sabbie sono [illegible] terreno [illegible] mantengono sempre sciolte e per l'azione del vento [illegible] movimento e si possono accumulare contro qualche [illegible] cuato e a profilo dissimmetrico dette *dune*, che [illegible] per nuovo accumulo di sabbia, e si spostano nella direzione del vento dominante.

Fig. 99. — Profilo trasversale di una duna.

Se prevale un vento con direzione costante, come sulla riva del mare, le dune vanno allineandosi lungo il litorale (*dune costiere*), con un profilo asimmetrico: declive dalla parte contro vento e con rapidi pendii ad anfiteatro nella parte sotto vento e con altezze assai varie, ma che possono raggiungere i 60-80 m., come nella « *Lande* » di Arcachon, sotto la spinta dei venti atlantici nel G. di Guascogna. Il vento infatti fa rotolare la sabbia in ascesa fino alla cresta, che poi cade, per forza di gravità, sull'altro versante. Vi è quindi un continuo trasporto di sabbia dal versante esposto al vento al versante protetto; le dune si spostano così nella direzione del vento (fig. 99).

Necessariamente le dune costiere sono all'origine parallele alla linea di spiaggia, dove si producono le sabbie, che emergendo dal mare, divengono asciutte e mobili; cosicchè nei delta fluviali, la serie delle dune segue la disposizione degli antichi litorali. Esse si spostano verso l'interno con velocità tanto maggiore, quanto minore è l'altezza delle dune, la cui cresta, in certi casi e per dune di altezza inferiore ai 5 m., progredisce anche di un metro al giorno. Il numero delle varie serie di dune, la loro altezza e la loro velocità di spostamento va diminuendo, quanto più ci allontaniamo dal mare, fino a che esse si fissano, ferretizzandosi (*dune morte* o *fossili*). Così le antiche dune litorali padane, disposte in cordoni, da Ravenna a Chioggia.

Il movimento delle dune, che talvolta nel loro spostamento irresistibile investono e coprono anche interi edifici, può essere arrestato, piantando su di esse alcune particolari specie di piante erbacee xerofile (ginestre, sparto ecc.) ad esteso apparato radicale, che lega e fissa le sabbie e prepara l'ambiente alla piantagione di alcune specie di conifere, come il pino marittimo, che forma i boschi di cui sono coperti i litorali sabbiosi del Mare Mediterraneo.

Nelle estese zone dei deserti, i materiali minuti dovuti alla *deflagrazione* delle rocce nude dei rilievi, sono spazzati via dalla *deflazione* del vento, lasciando un suolo roccioso, detto *hàmada* nel deserto Sahariano, oppure un deserto ciottoloso, detto *serir*, coperto talora di una crosta bruna dovuta alla ossidazione superficiale; mentre le sabbie vengono depositate nelle depressioni a formare un deserto sabbioso (*erg* nel Sahara, *kum* in Asia), dove si accumulano in dune continentali desertiche. Queste, a differenza di quelle costiere, s'iniziano con una forma semilunare ad uncino (*barcane*) col lato convesso dalla parte del vento e si presentano piccole e isolate le une dalle altre, alte da 10 a 20 m. e molto sensibili alla variazione periodica della direzione del vento; cosicchè danno luogo ad

una topografia caotica ed instabile. Il raggruppamento delle barcone in lunghe serie, si presenta in cordoni di dune, allungate perpendicolarmente alla direzione del vento dominante.

Dove i venti dominanti non sono forti (Gran deserto dell'Australia occidentale), le dune si dispongono in catene nettamente parallele longitudinali, formando rilievi poco più alti di 20 m.; infine nelle regioni a venti variabili e forti (Deserto Libico, Sáhara ecc.), sono accavallate in tutte le direzioni e possono alzarsi fino a 300 m.

Negli *erg* i movimenti delle sabbie sono soltanto superficiali, cosicchè i grandi allineamenti di dune sono praticamente stabili e le depressioni fra una serie e l'altra sono spazzate dal vento, che vi si incanala, e sono quindi approfondite, fino a raggiungere talvolta la falda d'acqua profonda, attorno alla quale sorgono le *oasi*.

Il *loess* è un deposito eolico complesso, di argille sabbiose finissime, impalpabili, giallastre, non stratificate, di facile divisibilità verticale, proveniente da regioni aride, in un clima steppico, geologicamente recente e si trova quindi di preferenza nelle regioni circumdesertiche, sopratutto nella Cina.

Si diede il nome di *loess*, meno propriamente, anche ad una grande fascia di depositi eolici, rimaneggiati dalle acque, che si stende nell'Europa Centrale e nell'America Settentrionale, lungo il margine delle regioni già coperte dalla grandiosa calotta glaciale quaternaria. Questi depositi polverulenti provengono da un rimaneggiamento eolico delle fanghiglie glaciali disseccate.

Anche le ceneri vulcaniche, o le polveri dovute alla decomposizione chimica delle rocce, si possono accumulare assai lontano, per l'azione eolica, formando giacimenti speciali; se cadono poi sulla superficie degli oceani vanno lentamente depositandosi sul fondo, a costituire le argille rosse delle parti più depresse dei bacini oceanici.

§ 94. — Azione delle acque superficiali. — Al processo di demolizione meccanica delle rocce, per azione delle acque scorrenti sul suolo, si dà il nome di *erosione*, che comprende anche la asportazione del materiale eroso e la sua deposizione altrove.

Il potere erosivo delle acque scorrenti è in parte dovuto agli stessi materiali solidi trasportati in sospensione dall'acqua o trascinati da essa sul suolo. Il potere erosivo cresce con la forza viva, che è proporzionale alla massa stessa dell'acqua e al quadrato della sua velocità di scorrimento. Quindi è massimo nelle regioni montuose fortemente inclinate, minimo in quelle pianeggianti, dove le acque non hanno più forza di mantenere in sospensione nè di trascinare i materiali e li depositano in ordine alla loro grossezza.

Dicesi *dilavamento* l'azione diretta della pioggia e dello scorrimento sul terreno delle così dette *acque selvagge* o *dilavanti*, che non hanno direzione ancor bene definita e che denudano il suolo dei materiali mobili.

Se questo è formato da rocce tenere, incoerenti, poco permeabili (sabbie, argille, marne ecc.), le gocce di pioggia possono asportare direttamente delle particelle del terreno. Ma se nel materiale caotico, sabbioso, fangoso, vi sono blocchi maggiori, come nei depositi morenici, che fanno da copertura ai sottoposti materiali, questi vengono riparati dall'azione diretta della pioggia, dando luogo a forme curiose, assai instabili, di piramidi o colonne ricoperte da un grande masso, che restano in piedi fino a che non cade il blocco di copertura (*piramidi di terra*), come nelle Alpi Occidentali Francesi, nella Venezia Tridentina a Segonzano, al Renòn presso Bolzano ecc (fig 100).

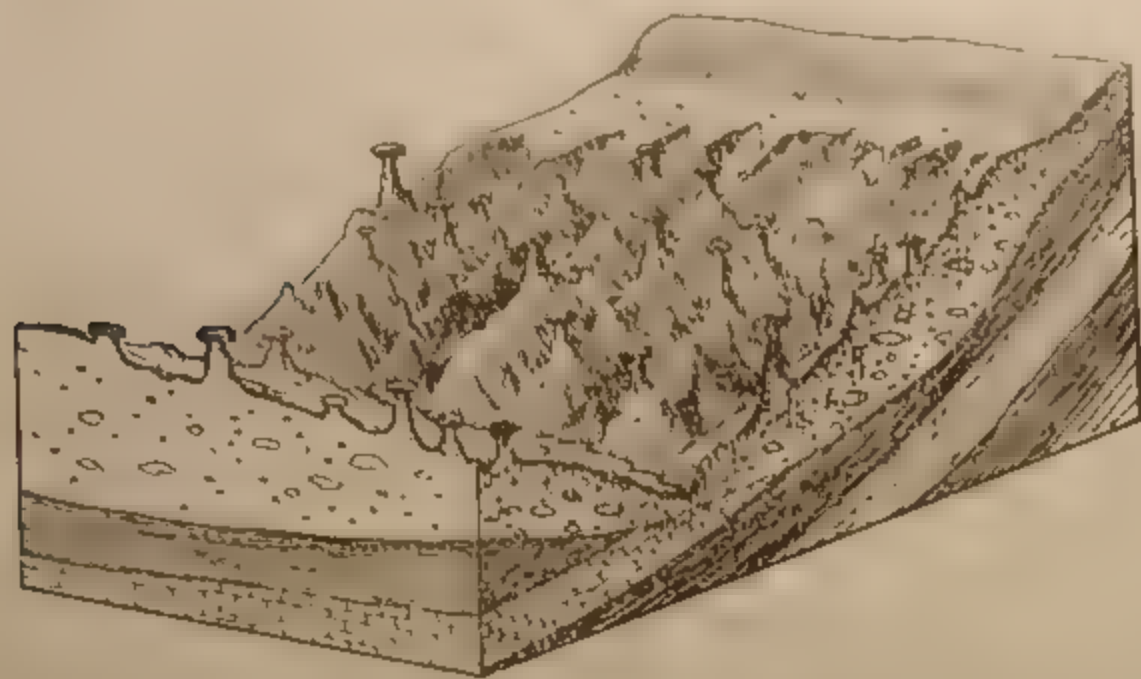



Fig. 100 — Schema della formazione di piramidi di terra

Di solito il dilavamento interessa tutto il versante montuoso, che viene eroso dallo scorrere dei filetti d'acqua, i quali danno luogo ad un dedalo di canalicoli confluenti fra loro, verso corsi d'acqua maggiori, energicamente attivi solo in periodo di pioggia (*torrenti*).

Se il terreno è impermeabile, ma tenero (argille, marne ecc.), in esso vengono erosi solchi profondi, separati da sottili lamine divisorie. Queste possono rimanere in equilibrio temporaneo nei versanti esposti a mezzogiorno, dove le argille rapidamente si asciugano e si consolidano, mentre sui versanti poco soleggiati, le argille si stemperano nelle acque di dilavamento e vengono asportate, dando luogo a forme molli e in rapida demolizione.

Queste forme tormentate, che prendono il nome di *calanchi, balze, ripe* ecc., sono particolarmente conosciute nell'Appennino Settentrionale, nelle fascie di argille plioceniche, in Toscana ed in Umbria nelle zone di argille scagliose, in Sicilia ecc. Forme analoghe, ma molto più estese, si presentano nei terreni argilloso-sabbiosi dell'Ovest degli Stati Uniti (Dakota) dove sono dette *bad-land* (cattive terre).

Sulle superfici pianeggianti dei rilievi calcarei, i rigagnoli delle acque selvagge agiscono anche per l'azione solvente dell'anidride carbonica che esse contengono, incidendo una serie di solchi, che vanno approfondendosi, mentre rimangono sottili e taglienti le pareti divisorie; cosicchè la roccia appare tormentata da incisioni profonde (fino a 1 o 2 m.) e assai strette, disposte in tutte le direzioni, come le carreggiate di una strada fangosa (*campi carreggiati*). Queste superfici corrose sono assai comuni sugli altipiani calcari del Carso, nei pianori dolomitici, negli altipiani calcari delle Alpi Austriache ecc. (fig. 101).

Fig. 101. — Profilo di una superficie a campi carreggiati.

Nel complesso però, dove il materiale è coerente, le acque dilavanti tendono a livellare il terreno e ad addolcire i versanti, asportando i materiali minuti, preparati dalla decomposizione chimica e dalla disgregazione fisica, specie nella parte alta delle regioni montanose, mentre poi le acque tendono a confluire fra loro, verso i punti più bassi, aumentando la portata e passando al tipo d'erosione incanalata.

§ 95. — Erosione incanalata. — È operata da una corrente d'acqua delimitata entro un solco di scorrimento (*impluvio* o *filone*) e che, per forza di gravità, tende sempre a scendere verso il punto più depresso, e quindi a disporsi, in ogni singola zona, secondo la linea di massima pendenza del terreno, la quale è normale, punto per punto, all'andamento delle isoipse. L'azione erosiva di una corrente incanalata dipende dalla velocità dell'acqua e quindi dalla inclinazione del solco di scorrimento, ma anche dalla massa dell'acqua convogliata. Infatti in un tratto del corso d'acqua a costante pendenza, la sua attività erosiva è maggiore nei periodi di piena e nei solchi ristretti, dove acquista maggiore velocità.

Nell'erosione incanalata i materiali solidi possono essere trasportati o in soluzione o in sospensione o in scorrimento e rotolamento e sono tutti detti *materiali alluvionali*, in contrapposto a quelli *eluviali* che rimangono in posto.

a) I materiali allo stato di soluzione non hanno sempre un rapporto costante nei vari corsi d'acqua, ma sono relativamente più abbondanti in epoca di magra e nei corsi d'acqua alimentati da sorgenti. Prevalgono di solito il solfato di calcio, il cloruro di sodio, il carbonato di magnesio, il solfato di magnesio. Per quanto in piccola quantità percentuale, si calcola che il Danubio apporti al mare 22 milioni di tonnellate annue di sostanze allo stato di soluzione, il Mississippi 113 milioni, i fiumi del mondo intero 1 914 milioni di tonnellate annue, pari ad 1/6000 del peso dell'acqua solvente.

b) In sospensione sono trasportati materiali di piccole dimensioni, che depositandosi danno luogo a *sabbia, fango e limo*. La quantità di questo materiale varia moltissimo collo stato di magra o di piena dei corsi d'acqua, colla natura dei terreni su cui scorrono, colla portata media e col clima delle regioni attraversate.

Secondo alcuni calcoli si avrebbero i seguenti dati d'apporto al mare dei materiali in sospensione:

Fiume	Area del bacino in kmq.	Portata annua del materiale in sospensione in tonnellate	Rapporto fra il peso della sospensione e quello dell'acqua	Denudaz. annua corrispondente nell'area del bacino in mm.
Po	67.750	67 milioni	1 : 900	0,284
Danubio	800.700	108 »	1 : 288	0,088
Nilo	2.750.000	54 »	1 : 205	0,010
Irevadi (Birmania)	312.000	291 »	1 : 161	0,501
Mississippi	3.110.000	406 »	1 : 150	0,055

Come media di un certo numero di corsi d'acqua di varie parti del Mondo, si calcola in mm. 0,15 la denudazione annua sull'area di un bacino, ciò che corrisponderebbe ad uno spessore di m. 150 in un milione di anni. Ma il calcolo è molto sommario, variando enormemente nei vari periodi geologici colle condizioni geografiche e colla altimetria della regione.

c) Per trascinamento sono trasportati i materiali più grossi, che dall'usura contro la roccia del fondo vengono smussati, appiattiti, arrotondati (ciottoli, ghiaie, sabbie) e la cui velocità di trasporto è minore di quella dell'acqua che li trascina. Si calcola che il Po porti annualmente alla foce 18 mil. di mc. di materiale trascinato, il Danubio 36 mil., il Mississippi 212 mil.

Si valuta che occorrono le seguenti velocità dell'acqua per il trascinamento dei sottoindicati materiali:

ciottoli	da	m.	0,65	a	1,60	al	sec.
ghiaie, arene	»	»	0,20	»	0,60	»	»
sabbia	»	»	0,14	»	0,20	»	»
limo	»	»	0,05	»	0,08	»	»

CAP. XVII.

LE ACQUE CORRENTI E LA MORFOLOGIA FLUVIALE

§ 96. — PROCESSO DELL'EROSIONE NORMALE. — L'urto e lo strisciamento dei materiali trasportati dalle acque correnti, sui fianchi e sul fondo del letto dove scorre il corso d'acqua, danno luogo ad una *erosione per frizione* e consumo continuo del letto roccioso, le cui particelle vengono staccate e portate pure in scorrimento, con approfondimento del solco, proporzionato alla forza viva della corrente e alla resistenza dei materiali rocciosi.

Fig. 102. — Schema di marmitte dei giganti nel corso del F. Natisone in Friuli (a = sezione di una marmitta, b = planimetria).

Inoltre ogni irregolarità del fondo o delle sponde del corso d'acqua determina nella corrente dei moti vorticosi, che trascinando con moto rotatorio i materiali in sospensione o in scorrimento, e ripetendosi a lungo nello stesso sito, danno luogo ad una erosione vorticosa di trapanazione delle rocce, che finisce collo scavare, anche nei materiali più duri, antri, conche, calderoni (*marmitte dei giganti o torrentizie*), più o meno sferiche. Spesso sul fondo di tali escavazioni si trovano ancora i ciottoli arrotondati, che hanno servito alla perforazione e che sono visibili in acque basse. Quando una serie di vortici sono assai vicini fra loro, coll'allargarsi delle cavità scavate, parte delle pareti divisorie cadono o si slabbrano e i vari

Fig. 13 - Dune desertiche nell'Erg tunisino

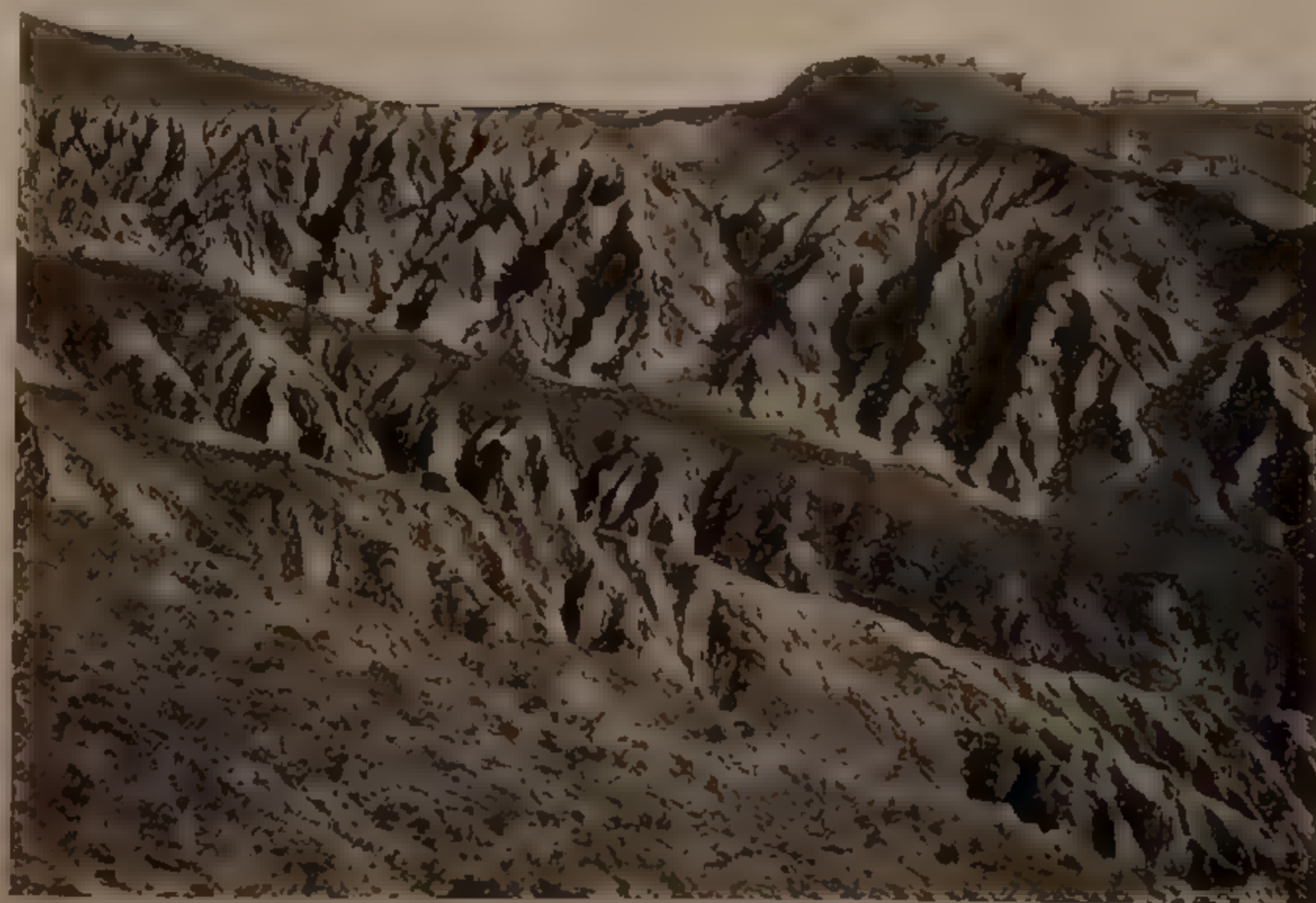



Fig. 14 - Calanchi nelle argille dell'Appennino Emiliano

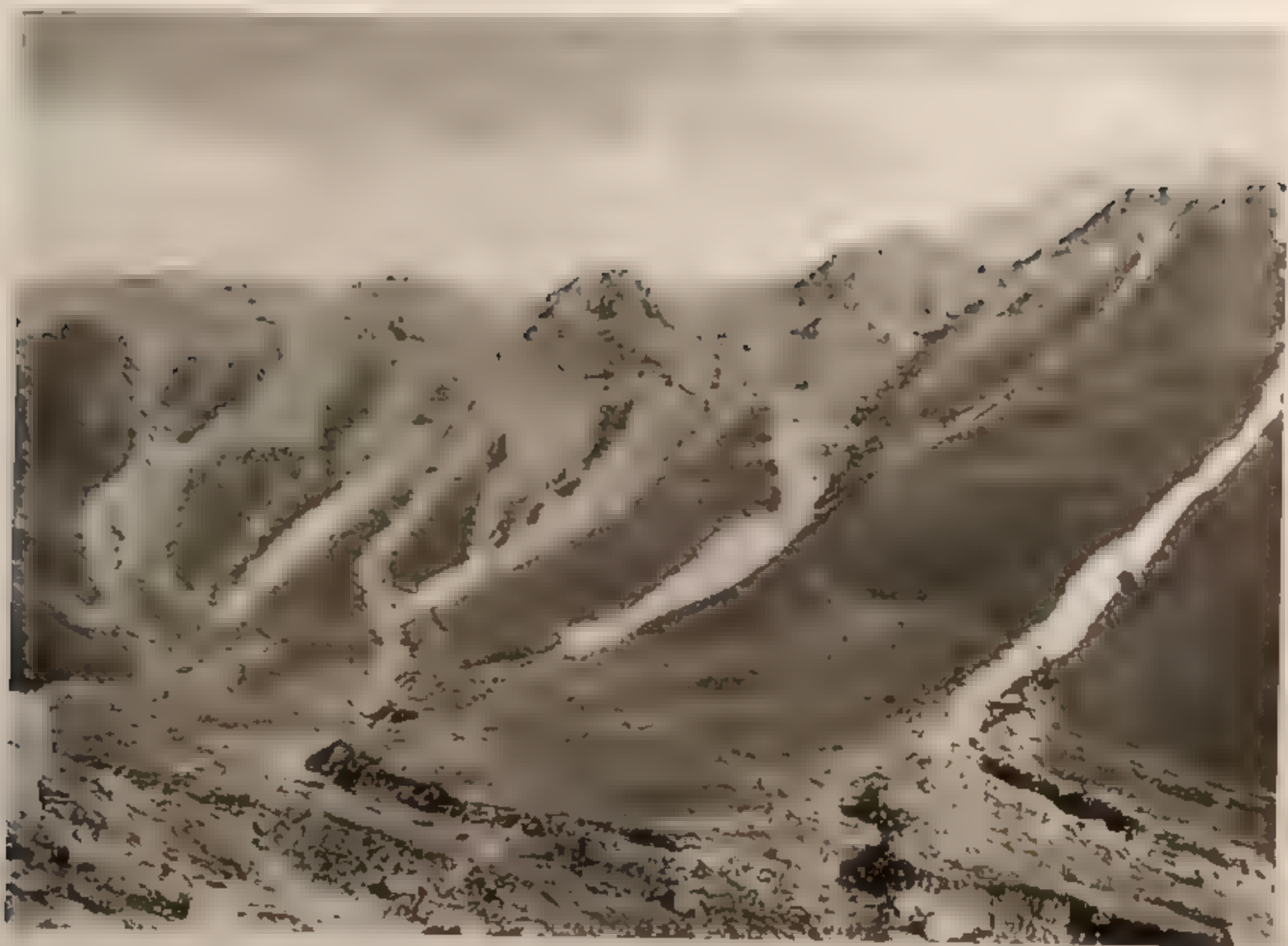



Fig. 15 - Rivoli di dilavamento di un bacino imbrifero torrentizio nelle Prealpi Venete

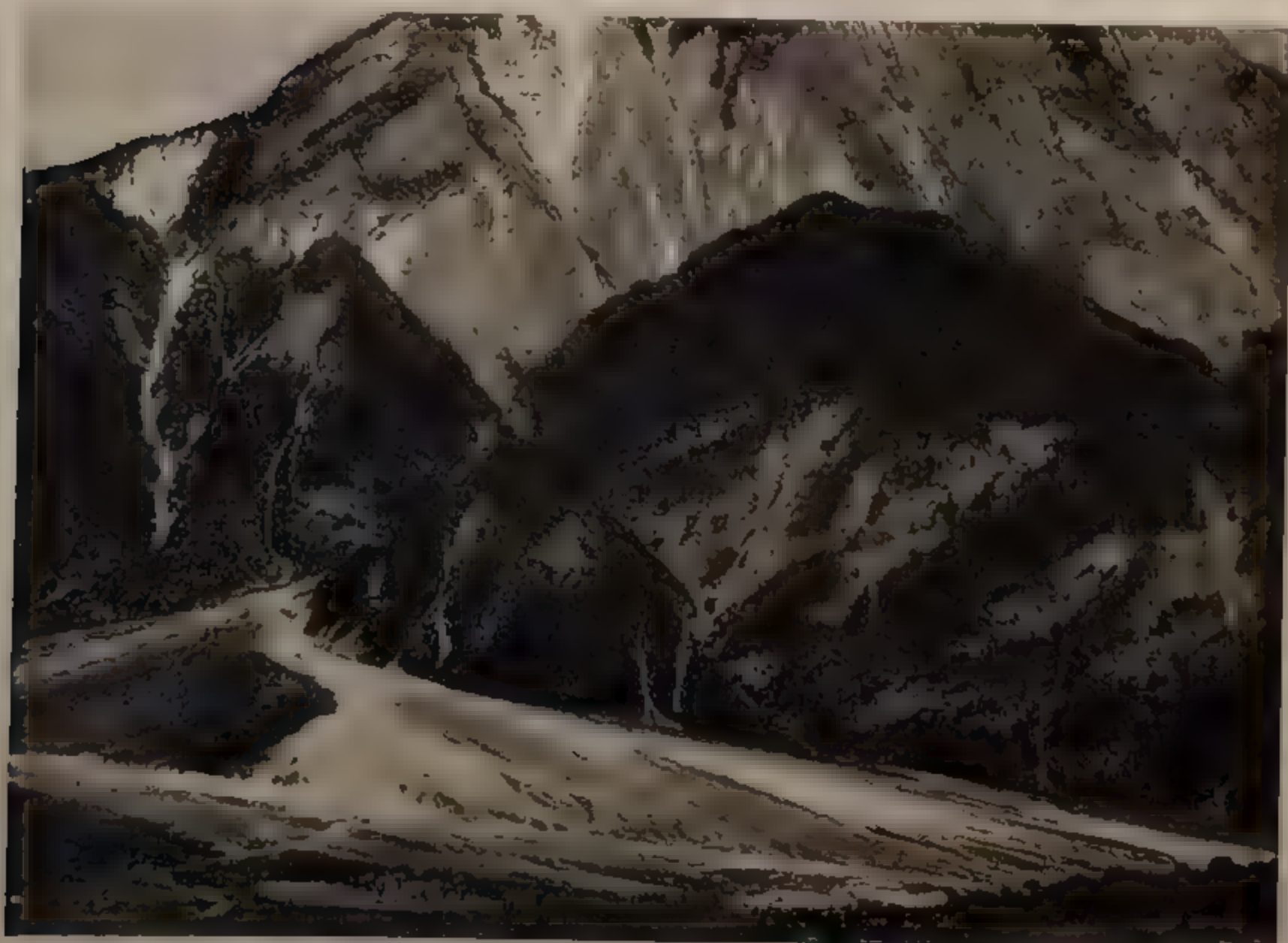



Fig. 16 - Conoide torrentizio nella Valle del Tagliamento

fori si fondono in un unico solco, il quale conserva traccia delle vecchie marmitte sulle pareti del solco stesso. È questo il processo più comune per l'escavazione di un letto torrentizio, in roccia dura (fig. 102).

Le marmitte dei giganti si sviluppano prevalentemente sul letto dei torrenti montani, dove per la maggiore pendenza e irregolarità del fondo del letto, l'acqua acquistano moti vorticosi violenti e rapidi, che trascinando in giro ciottoli, ghiaie, sabbie agiscono come smerigli sulle rocce tenaci del fondo. Così sui fianchi rocciosi delle gole alpine, nel letto del Danubio alle rapide di Cazan, nelle cateratte del Nilo ad Assuan, ai piedi della cascata del Niagara ecc., si osservano tracce di grandiose marmitte, fin a più di 50 m. al di sopra dell'attuale letto del corso d'acqua; ciò che permette di farci un'idea dell'importanza, intensità e rapidità di questo processo erosivo, in rocce tenaci.

Fig. 103. — Schema di retrocessione di una cascata e di escavazione di una forra d'erosione.

Se lungo il letto di un corso d'acqua si hanno dei dislivelli improvvisi, spesso dovuti ad alternanza di rocce di diversa tenacità, la massa d'acqua cade d'un colpo, sviluppando grande energia cinetica; si ha cioè una *cascata*. L'erosione vorticosa risulta massima ai piedi della cascata, dove si scava un enorme conca (anche di oltre 50 m. di profondità ai piedi della cascata del Niagara), in cui spumeggiano e gorgogliano le acque cadute; conca che allargandosi fa poi crollare e retrocedere l'orlo o soglia della cascata, su cui per l'aumentata velocità della massa d'acqua e dei materiali solidi trascinati, predomina invece l'erosione per frizione.

Come risultato di questo duplice processo, si ha l'escavazione di una *gola* o *forra*, a valle della cascata, mentre la *soglia* della cascata va retrocedendo verso monte e diminuendo d'altezza, trasformandosi in una serie di minori cascatelle (*cateratte*), e in seguito in uno scivolo d'acqua assai inclinato (*rapida*, fig. 103).

L'escavazione dunque del letto di un corso d'acqua avviene sempre da valle verso monte e questo complicato processo è detto dell'*erosione risaliente*, che come vedremo, ha grande importanza su tutto lo sviluppo di una rete idrografica e sull'evoluzione della morfologia fluviale. L'energia cinetica di un corso d'acqua aumenta con la velocità dell'acqua, e per ciò, a parità di altre condizioni, sarà maggiore nei tratti superiori più inclinati; quindi l'erosione sarà molto attiva, ma andrà diminuendo verso i tratti inferiori, dove diminuisce la pendenza, fino a cessare del tutto dove la velocità tende a zero.

La cascata più nota è quella del Niagara, fra il L. Erie e il L. Ontario, al confine fra il Canadà e gli Stati Uniti d'America; essa ha un'altezza di 49 m., ri-

sale a monte circa m. 1,30 all'anno, cosicchè l'attuale gola che si nota a valle, si pensa sia stata scavata in circa 8500 anni (fig. 104). Ma la maggiore cascata [illegible] nosciuta per m[illegible] quella V[illegible] sull[illegible] [illegible] dove quest[illegible] fiume [illegible] [illegible] Congo pure, verso il suo estuario [illegible] note sono quelle del Ren[illegible] a S[illegible] (alt. m. 2[illegible]) del Rodano a Bellegar[illegible]

Fig. 104. — Retrocessione della cascata del Niagara.

Danubio alle Porte di Ferro. Il Nilo supera il dislivello fra Chartum (m. 381) e Assuan (m. 94) con sei cateratte, di cui la più lunga, di 60 km., è dovuta all'azione risaliente di questo grande corso d'acqua. In Italia sono pure celebri le cascate delle Marmore (Velino), della Frua (Toce), di Tivoli (Aniene) ecc.

§ 97. — Profilo d'equilibrio e livello di base. — In un corso d'acqua l'erosione tende dunque a risalire da valle a monte e il filone del solco scavato presenta un *profilo longitudinale*, spesso assai irregolare, per l'affiorare sul fondo di rocce compatte resistenti all'erosione, alternate ad altre tenere facilmente modellabili dal corso d'acqua. Tuttavia nel suo insieme esso presenta l'andamento di una curva concava verso l'alto, con inclinazioni che vanno aumentando da valle a monte, e che tende in fine a ridurre le proprie irregolarità avvicinandosi ad una curva teorica iperbolica sempre più unita, chiamata *profilo d'equilibrio*, la quale è tangente alla superficie orizzontale nel punto di sbocco del corso d'acqua. Le leggi idrauliche dimostrano che, a condizioni normali d'erosione, non si può avere escavazione al di sotto di questo punto più basso, detto *livello di base*, dove cessa il moto delle acque e quindi l'azione erosiva e di trasporto del corso d'acqua (fig. 105; profili longitudinali da A a D).

Fig. 105. — Evoluzione di un profilo longitudinale di un corso d'acqua.

I fiumi che sboccano in un mare o in un lago, hanno per livello di base la superficie del mare o del lago stesso; i loro affluenti hanno per livello di base il filone del corso d'acqua principale alla loro confluenza. In un *bacino fluviale* v'è quindi una stretta relazione fra l'evoluzione del corso d'acqua e quello dei suoi affluenti, non potendo nessuno di essi scendere al di sotto del proprio livello di base alla confluenza col corso princi-

pale, per cui se il profilo di quest'ultimo non si modifica, [illegible] dalla modificazione di quello degli affluenti. Il bacino fluviale è quindi un organismo, la cui evoluzione complessiva è legata a quella delle singole parti e risale dal livello di base inferiore verso le parti superiori.

Tutti i corsi d'acqua, che sboccano nei mari e nei laghi, hanno attualmente un livello di base che può considerarsi, nel tempo storico, come invariabile, ma non tutti hanno raggiunto il loro profilo d'equilibrio. Solo vi si avvicinano i corsi d'acqua che incidono terreni omogenei e che, da lungo tempo geologico, esercitano la loro azione uniformatrice; come è il caso delle parti medie e inferiori dei corsi d'acqua, a profilo regolare e a portate assai costanti, detti *fiumi*. Invece le irregolarità del profilo longitudinale, che l'erosione risalente tende a ridurre, sono tanto maggiori quanto più varia è la tenacità delle rocce attraversate (cascate e cateratte nelle rocce dure, ripiani e conche in quelle tenere) e quanto più gli affluenti sono secondari, quindi nella parte alta dei rilievi, dove i corsi d'acqua con *profilo irregolare* e portate saltuarie sono detti *torrenti*.

In Europa, fiumi che hanno raggiunto o si avvicinano molto al loro profilo longitudinale di equilibrio, sono quelli delle regioni pianeggianti, geologicamente antiche, dell'Europa Nord-occidentale ed Orientale, quali la Senna, la Loira, la Garonna, i corsi inferiori dell'Elba, dell'Oder, della Vistola, i fiumi russi ecc. In Italia, terra geologicamente recente, solo il Po ha un profilo prossimo a quello d'equilibrio, non i suoi affluenti e gli altri fiumi della Penisola.

L'azione erosiva di un corso d'acqua è tanto più attiva e rapida, quanto più il livello di base, alla foce, è ravvicinato alla origine del fiume e quindi è maggiore la pendenza e la velocità del filone della corrente. Spostandosi il livello di base, sia per cause naturali o con lavori artificiali, i corsi d'acqua modificano tutto il loro sistema d'equilibrio, in tempo anche relativamente breve, con spostamento di enormi masse di materiale. In seguito ai lavori di regolarizzazione del F. Isar in Baviera, in soli 6 anni si osservò un approfondimento del suo letto, in terreni alluvionali, di m. 1,44 sopra una lunghezza di 5 km.

§ 98. — Parti elementari di un corso d'acqua. — Nelle regioni montuose l'azione dei corsi d'acqua, va modellando i rilievi, scavando le valli e colmando le depressioni. Infatti ogni fenomeno di escavazione delle acque correnti è accompagnato da quello di deposito; per cui in un corso d'acqua si possono considerare tre parti, diverse per le forze che vi agiscono e per le loro forme prevalenti; parti però legate strettamente fra loro (fig. 106).

a) *Bacino imbrifero* o *idrografico*. Si trova nella parte superiore del rilievo, dove i rivoli delle acque selvagge vanno confluendo in corsi d'acqua (*torrenti*) che riunendosi acquistano sempre maggior energia cinetica, per l'aumento della massa delle acque e approfondiscono il loro filone sempre di più. In terreni omogenei, questi affluenti tendono a disporsi a forma di ventaglio, secondo le generatrici di un semicono concavo, col vertice in basso, dove tutte le acque superficiali vanno a confluire. È qui dove particolarmente si manifesta l'attività distruttrice dei corsi d'acqua, per cui il bacino imbrifero tende ad allargarsi continuamente, per l'azione combinata del dilavamento delle acque selvagge e della erosione risaliente dei solchi torrentizi.

Il bacino idrografico è limitato da una zona, detta *zona di displuvio o linea spartiacque* (= *divortium aquarum*), che non sempre coincide con la linea di cresta più alta della regione, e tende continuamente ad estendersi a danno dei bacini idrografici contermini abbassando il rilievo divisorio. Ogni bacino principale è costituito da molti altri bacini secondari degli affluenti e questi da bacini di terzo, di quarto, di quinto ordine ecc. Così il bacino del Po comprende quello della Dora, del Ticino, dell'Adda ecc. e a sua volta quello del Ticino è costituito, oltre che dal proprio, da quello del Maggia, del Toce ecc.

b) *Valle d'erosione*. — Nella parte intermedia di un corso d'acqua dove confluiscono tutte le acque del bacino imbrifero, per effetto della massa convogliata in un unico solco, si ha la massima attività dell'erosione incanalata, che approfondisce e allarga il solco originario, il quale si apre verso il basso e prende il nome di *valle*. Man mano che questa scende e regolarizza il suo profilo, diminuisce la pendenza e con essa la velocità delle acque, la cui forza viva è in gran parte impiegata per il trasporto dei materiali provenienti dal bacino imbrifero.

Fig. 106. — Schema di un torrente: *a*) bacino imbrifero, *b*) valle d'erosione, *c*) conoide di deiezione.

Se la roccia in cui è inciso il filone di valle è omogenea, l'azione combinata degli agenti atmosferici (*degradazione*) e delle acque dilavanti modella i *fianchi* o *versanti* della valle, dando al profilo trasversale la forma a V, con aste più o meno aperte, a seconda delle tenacità ed inclinazione degli strati attraversati.

Se il filone di valle attraversa strati di diversa natura, spesso quelli più tenaci, intaccati molto più lentamente dal corso d'acqua, possono determinare cascate o rapide e fare da soglia al tratto superiore del corso, che rallentando la velocità delle proprie acque, deposita i materiali in sospensione o in trascinamento e forma dei *ripiani alluvionali entrovallivi;* che saranno a lor volta incisi, quando l'azione risaliente della cascata avrà superato l'ostacolo della soglia rocciosa.

Lungo la valle d'erosione, in tempo di piena e nei tratti più declivi, i materiali grossolani (massi, ciottoli, ghiaie) vengono sospinti per rotolamento sul fondo, smussando i propri spigoli e arrotondandosi; invece nei ripiani e nei periodi di magra, essi si depositano e le acque, nei loro moti di turbolenza, non trasportano verso il fondo, che le torbide (sabbie, argille ecc.).

c) *Conoide di deiezione.* — Avvicinandosi al livello di base, diminuendo la pendenza, decresce la velocità e la forza viva di trasporto delle acque. I materiali trascinati si arrestano, quando l'attrito sul fondo supera l'energia cinetica delle acque, quelli in sospensione quando il loro peso supera la forza di sostentamento; essi cadono sul fondo e danno luogo ai *depositi alluvionali* o *alluvioni*. La deposizione delle alluvioni avviene in ordine di grossezza dei loro materiali: prima e più vicini, quelli grossolani più pesanti (massi, ciottoli), poi più lontani, quelli minuti e leggeri (ghiaie, sabbie, limo).

La valle d'erosione, determinata dall'approfondimento torrentizio, è in genere a versanti tanto più ripidi, quanto più compatta e tenace è la roccia in cui la valle è incisa (calcari, graniti, porfidi ecc.), mentre nelle rocce tenere e disgregate (argille, marne, sabbie ecc.) il profilo a V si apre largamente. Così nelle valli d'erosione fluviale, non solo abbiamo un profilo longitudinale a tratti spezzati, ma in corrispondenza delle cascate e rapide, nelle rocce tenaci abbiamo *chiuse* o *forre* a pareti ristrette, e invece tronchi vallivi aperti e ripiani intravallivi in relazione ai terreni teneri.

Questi depositi alluvionali si dispongono in forma di semicono convesso col vertice in alto, verso lo sbocco della valle, dove appunto si dispongono i materiali più grossi (*conoide alluvionale*). Le acque convogliate dal corso d'acqua della valle divagano su questa forma convessa, e in parte scompaiono imbevute nei meati di questi materiali incoerenti. L'altezza della conoide, l'ampiezza del suo perimetro di base e la sua inclinazione stanno in rapporto colla grossezza dei materiali; più ripida e ristretta è quindi la conoide nella sua parte alta a detriti grossolani, che non nella inferiore ad alluvioni minute.

Sulle conoidi di deiezione, i materiali grossolani vengono depositati durante i periodi di piena, mentre in quelli di magra si ha la deposizione delle sabbie, del limo, delle fanghiglie. Così i depositi alluvionali si presentano a forma di lenti, più o meno estese ed inclinate, di materiali grossolani, alternati con strati di terreni più minuti, a dare una *stratificazione* che è detta *incrociata*.

Le grosse conoidi torrentizie che sboccano in una valle influente, possono spostare anche il corso del fiume principale, come le conoidi del F. Avisio a Lavis, che respinge il corso dell'Adige; oppure, poco per volta, colmare la valle principale, creando verso monte delle zone palustri o dei laghi e deviando il corso del fiume maggiore. Alcuni cambiamenti dell'antica idrografia, come nei fiumi marchigiani, possono essere dovuti a questi fenomeni di *sovralluvionamento* (Castiglioni).

Quando più conoidi sboccano in una comune depressione, esse si affiancano e sovrappongono le loro alluvioni. I corsi di acqua divaganti su di esse depongono i loro materiali residui nella parte intermedia più depressa, finchè finiscono col livellare tutti i depositi e formare le *pianure alluvionali*, delle quali la parte alta, presso lo sbocco delle valli dalla zona montuosa, è costituita da alluvioni grossolane permeabili (*alta pianura*) la parte bassa, di materiali minuti impermeabili (*bassa pianura*) (Pianura Padana, Pianura Indo-gangetica, Pianura Amazzoniana ecc.).

Sulle pianure alluvionali i corsi d'acqua in regime libero, possono [illegible] ganti, spostando il loro corso ad ogni [illegible] Durante le [illegible] mulano le alluvioni, che obbligano il fiume a [illegible] Invece nei periodi di magra il fiume tende a [illegible] vioni in cui scorre. Se il corso d'acqua è arginato dall'uomo, per [illegible] inondazioni, esso non può uscire dal proprio letto, che si [illegible] per la [illegible] zione di nuovo materiale. Il letto diventa allora pensile sulla pianura circostante, la quale non può scolare le acque nel fiume, ed obbliga a continui innalzamenti degli argini. Così l'Adige al di sotto di Verona, il Po a valle del Mincio, l'Arno nella pianura Pisana ecc.

Per il depositarsi irregolare delle alluvioni, spesso fra un deposito alluvionale e l'altro, rimangono zone più depresse senza scolo delle acque, dando luogo a *paludi*, a *valli*, a *polesini*, a *maremme* con una vegetazione palustre torbosa, che l'uomo, poco per volta, ha prosciugato con enormi lavori di scolo o di riempimento (*bonifica idraulica o di colmata*) e ridotte a coltura (es. bassa pianura Padana, dell'Arno, del Volturno, del Gange, del Mississippi ecc.)

§ 99. — CATTURE, ADATTAMENTO DEI VERSANTI, MEANDRI, TERRAZZE ALLUVIONALI.

a) L'azione di dilavamento delle acque selvagge e l'erosione risaliente tendono, come abbiamo visto, ad allargare sempre più il bacino imbrifero di un corso d'acqua, a danno di quelli vicini.

Fig. 107. — Schema del fenomeno di cattura di un corso d'acqua.

A parità di condizioni di suolo, è evidente che il corso d'acqua più vigoroso, per maggiore massa d'acqua o per maggiore inclinazione del pendio, tende ad allargare di più il suo bacino in rocce tenere e incoerenti, che più facilmente approfondisce e smantella così, la zona di spartiacque. Coll'abbassarsi di questa, la testata del corso d'acqua più vigoroso può raggiungere il letto del corso vicino (fig. 107, I), che viene volto, dalla sua direzione primitiva, verso il fiume più attivo, di cui diventa affluente. Questo fenomeno, detto di *cattura*, è assai più comune di quanto si creda; il corso d'acqua *decapitato* lascia di solito traccia del suo antico corso in un solco morto (*valle relitta*), dove prima esso scorreva, e in un angolo brusco (*gomito di cattura*), che l'affluente catturato fa verso il corso d'acqua catturatore (fig. 107 II), nonchè nelle antiche alluvioni sul fondo della valle relitta.

Moltissimi sono i rilievi del Globo, i quali oggi mostrano spostata la loro originaria linea spartiacque fra bacini idrografici vicini, molti dei corsi trasversali odierni dei fiumi alpini hanno catturato i superiori e più antichi corsi longitudinali. Esempi tipici si hanno così nelle Ande meridionali, fra il Cile e l'Argentina, come in numerose zone delle Alpi (fra il Reno Superiore e il Danubio, fra la Mera-Adda e Maloggia-Inn ecc.) dei Vosgi, degli Appennini, (fra Reno e Ombrone Pistoiese; fra il tratto sorgentifero dell'Arno in Casentino e il Valdarno Superiore che fa *gomito di cattura* ad Arezzo ecc.) dell'Himalaja ecc. Il Rio di Sesto, nelle Alpi delle Dolomiti, già testata del F. Rienza affluente dell'Adige e tributario quindi dell'Adriatico, fu catturato dalla Drava affluente del Danubio, che versa le sue acque del Mar Nero, spostando notevolmente la linea spartiacque nella regione orientale dell'Alto Adige, tanto che il nuovo confine italo-germanico per seguire le creste montuose più elevate, ha dovuto spostarsi sull'antico spartiacque (fig. 108).

Fig. 108. — Cattura del Rio di Sesto nelle Alpi delle Dolomiti.

b) I versanti di una valle tendono ad allargarsi anch'essi e a ridurre la linea spartiacque fra due corsi d'acqua vicini, non solo per il dilavamento delle pendici montuose che la limitano, ma anche e sopratutto per l'erosione delle acque selvagge, che vanno organizzandosi in vallette elementari sui suoi fianchi, e che tendono esse pure ad approfondirsi e a diramarsi, in relazione alla progressiva escavazione della valle principale, creando una nuova rete di affluenti, che incidono e allargano sempre più i versanti vallivi (fig. 109 da I a IV). Le valli scavate nei terreni impermeabili e teneri, tendono ad aprire sempre più il loro *profilo trasversale* e a modellare dolcemente i loro fianchi; se invece le *rocce* sono permeabili e compatte (calcari, arenarie, basalti ecc.), l'azione del dilavamento e dell'incisione degli affluenti ha poca presa e il corso d'acqua è incassato fra versanti ripidi, uniti, poco modellati.

La diversità di resistenza delle varie rocce e la disposizione degli strati hanno grande importanza sul profilo trasversale della valle, perchè esso dipende dall'equilibrio fra la rapidità d'incisione del filone di valle e l'adattamento dei versanti. Se prevale l'approfondimento longitudinale, avremo delle valli ristrette *incassate* o *forre;* nel caso inverso, delle *valli normali* a V, più o meno aperte. Nelle regioni umide e a precipitazioni abbondanti il mollamento dei versanti è più rapido e le valli sono aperte; nelle regioni aride predominano invece i fianchi

assai ripi[illegible] come negli *[illegible]* [illegible]. Nei climi umi[illegible] [illegible]
circumpolari o di alta montagna (come nelle Is. Falkland, negli Urali, nelle Montagne Ro[illegible] [illegible]
lento smottamento dei [illegible] vallivi, anche con [illegible] [illegible] che
rendono dolcissimi i versanti, mentre si colma il fondo della valle. Anche per le
alluvioni sovrabbondanti trasportate del fiume il fondo della valle può essere colmato e reso largo e piatto (*valli sovralluvionate*), come nelle vallate prealpine delle zone calcaree, o in quelle arenaceo-marnose dell'Appennino Settentrionale.

Fig. 109. - Schema della evoluzione dei versanti vallivi.

Spesso la natura e disposizione degli strati è diversa sui due fianchi vallivi e si hanno allora delle *valli dissimmetriche*. Se gli strati poi sono orizzontali, ma di diversa tenacità, si presentano sui fianchi delle *cornici* e *ripiani d'erosione* a diverso pendio, a seconda della tenacità della roccia.

I ben noti *cañon* del Colorado, nell'Arizona (Stati Uniti d'America), devono l'irregolarità del loro profilo trasversale all'alternanza di strati di calcare e arenaria nella parte superiore, e la ristrettezza della gola profonda ai sottoposti tenaci scisti cristallini. Invece il fantastico paesaggio delle Alpi Dolomitiche, dalle verticali pareti e dai ripidi torrioni, nudi e biancheggianti, che appoggiano sui molli pendii coperti di scuri boschi d'abeti e di verdeggianti pascoli, si deve alla tenacità dei calcari dolomitici del Trias sup., sovrastanti alle tenere marne ed arenarie del Trias inf., che ne costituiscono la base.

c) Sulle conoidi depresse, sui ripiani alluvionali introvallivi e sui depositi fluitati presso la foce, dove le pendenze sono in genere inferiori al 2‰, per la diminuita velocità e forza viva di trasporto, la corrente del corso d'acqua può essere deviata da un ostacolo qualunque, dallo stesso deposito alluvionale, e portata a descrivere delle sinuosità, dette *meandri divaganti* (dal nome del fiume Meandro nell'Asia Minore) a forma di *anse*, più o meno regolari, che tendono rapidamente ad aumentare la propria curvatura e a spostarsi verso valle, cioè nella direzione della pendenza. Se per il debole pendio la forza di gravità non la vince sulla forza centrifuga, che si sviluppa in questo corso tortuoso, il filone di corrente, la cui velocità è maggiore sul lato esterno, tende a battere contro il lato del meandro, di cui erode la ripa, che presenta un profilo scosceso; mentre sul lato interno, per la diminuita velocità della corrente, i materiali si depositano su una sponda a profilo assai dolce. Così, poco per volta, il meandro allarga le proprie sinuosità e le sposta verso valle, aprendo un ampio fondo accompagnato da un terrazzo e su cui il fiume divaga, diramandosi anche in filoni (fig. 110, da A a F).

Talora nello sviluppo sempre più esagerato delle anse del meandro, questo viene a strozzarsi, per il ravvicinamento di due anse successive vicine, separate solo da un istmo, finchè, in un periodo di piena, brusca-

mente il corso d'acqua può raccorciare il suo corso, tagliando alla radice il meandro, che rimane come *meandro morto* ad acque stagnanti, i quali si trovano spesso sulle rive dei corsi d'acqua in pianura.

I *meandri* sono comuni a tutti i corsi d'acqua in zone pianeggianti a materiali incoerenti (ghiaie, sabbie, limo); dove con questo modo di escavazione sul lato esterno e progrediente verso valle, essi aprono un *letto dei meandri*, sui cui bordi rimane traccia dell'ansa, che si è andata spostando, e la cui larghezza è in rapporto colla larghezza del letto fluviale; rapporto che per il Mississippi, il Reno, il Po e il Danubio fu trovato uguale a 1:10. La Pianura Padana è solcata da numerose anse dei fiumi che vi confluiscono e che si spostano assai rapidamente. Fu calcolato che lo spostamento di quelle del Po avvenisse in media in 30 anni. Il Ticino e l'Adda presentano numerosi esempi di anse abbandonate e visibili sul terreno per numerose terrazze, seguite ancora dai confini amministrativi che correvano lungo i vecchi corsi fluviali.

Sull'angolo di confluenza di due fiumi in pianura, si forma spesso una *penisola alluvionale*, che tende ad allungarsi e spostarsi nella direzione della corrente maggiore, e può prolungarsi di tanto, fino a separare dal fiume principale l'affluente, che acquista un corso parallelo indipendente. Così l'Adige, che un tempo sboccava nel Po, sotto Legnago, ora va verso l'Adriatico; così si dice di altri fiumi appenninici, come il Reno, che hanno assunto corsi indipendenti.

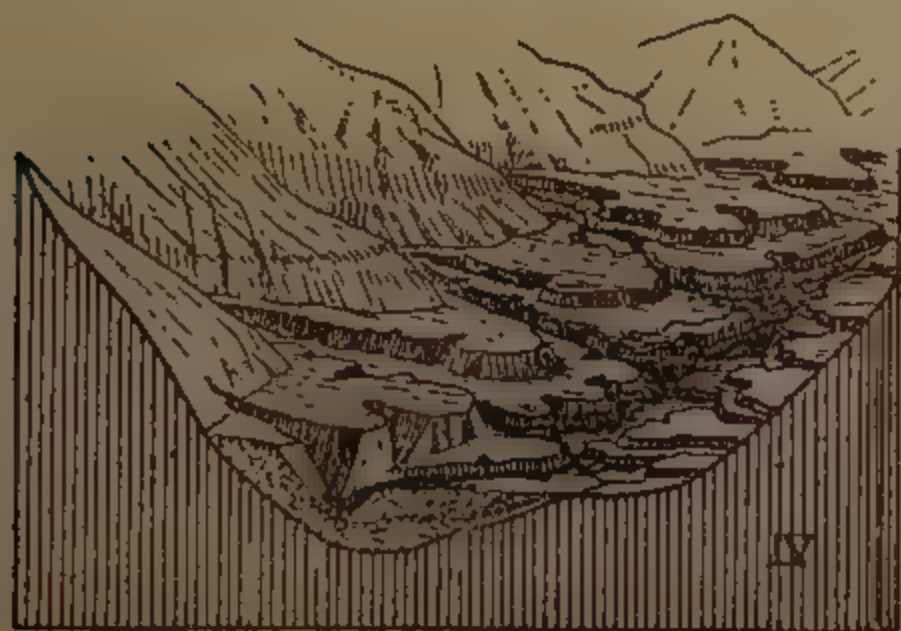
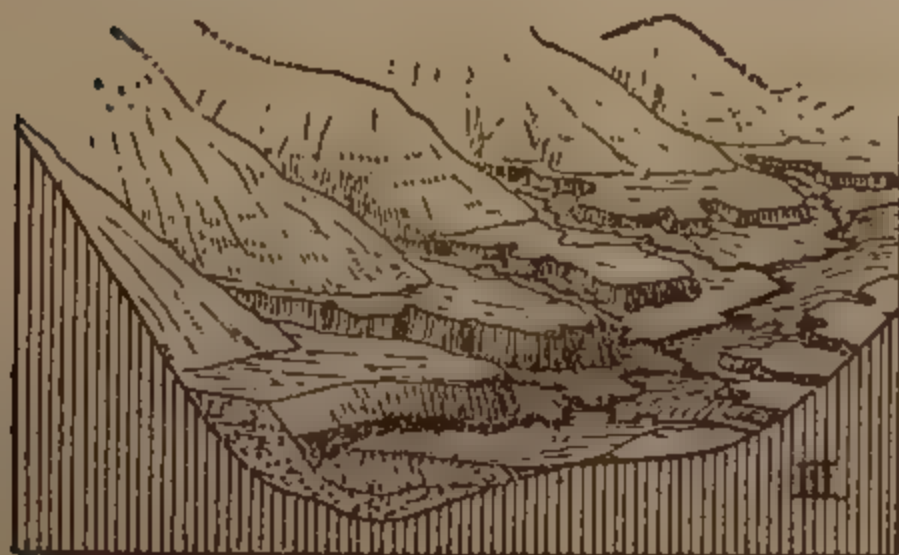
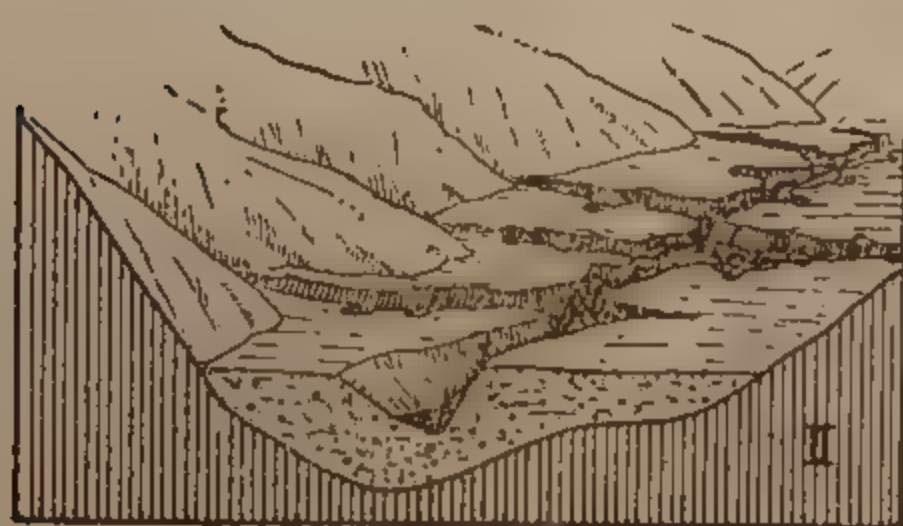
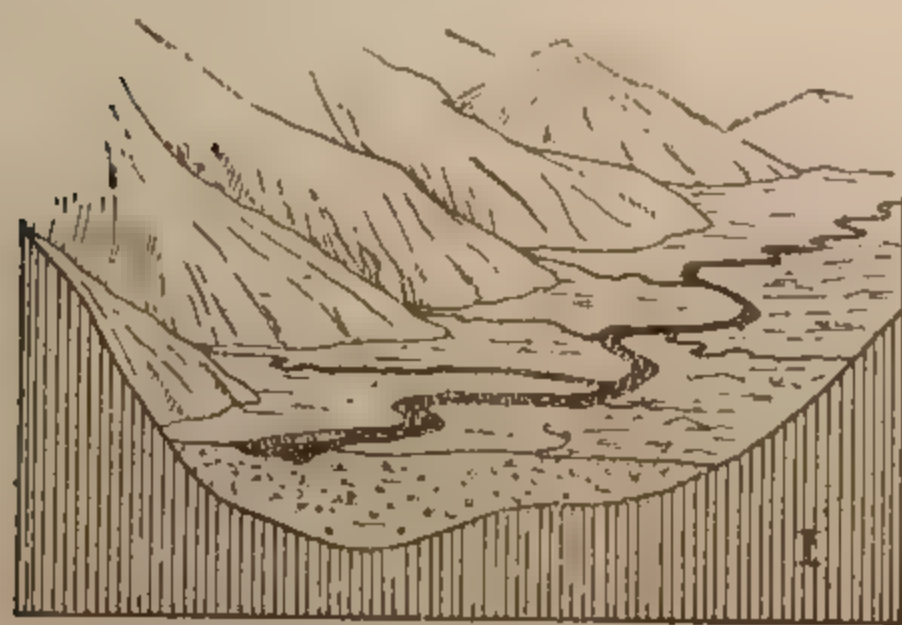
Fig. 110. — Schema d'evoluzione di un meandro.

Non sempre i *meandri* sono in pianura e aperti entro le alluvioni, talora si trovano entro le zone montuose e incisi in rocce tenaci a formare delle vere valli a meandri, e sono detti *meandri incassati* o *fossili*, perchè ormai si spostano molto lentamente, per quanto l'erosione agisca sempre sul lato convesso della valle.

I grossi fiumi francesi, Mosa e Senna, la Mosella e il Neckar affluenti del Reno, hanno meandri sviluppatissimi, profondamente incassati in roccie tenaci (calcari, quarziti, scisti) di una regione collinosa. Sulle nostre Prealpi calcaree, e nell'Appennino Centrale, sono numerosi gli esempi di meandri incassati entro gli altipiani, ed anche di rettifiche di anse ora abbandonate, come valli morte.

Sull'origine dei meandri incassati non vi è ancora accordo d'opinioni: possono dipendere talora dalla natura della roccia non omogenea in tutte le parti della valle, ciò che può dar luogo all'inizio di un'ansa, che poi continua ad incidersi e svilupparsi lentamente in luogo; come pure da condizioni originarie morfologiche diverse dalle attuali, per cui, sviluppati dapprima su una zona pianeggiante a rocce incoerenti, i meandri abbiano poi continuato ad approfondirsi, an-

che quando sono venuti a contatto con rocce tenaci sottostanti e ciò per variazione del livello di base del corso d'acqua, dando luogo a *meandri sovraimposti* o a *valli epigenetiche*, la cui evoluzione è però molto rallentata

Fig. 111. — Schema della formazione di terrazze nei ripiani intravallivi.

d) Una delle caratteristiche delle forme di accumulazione fluviale è la loro instabilità. Infatti, quando il corso d'acqua, giunto su un piano alluvionale, è in periodo di magra non trasporta quasi nessun materiale, ma invece ha ancora la forza di spostare i materiali incoerenti minuti, da lui stesso depositati in un periodo di piena, e sui quali scorre, incidendo in essi il proprio letto, che può allargarsi anche per l'azione dei meandri.

Il fenomeno è comune nei ripiani alluvionali introvallivi e nelle pianure pedemontane, dove il letto del corso d'acqua e quello dei suoi affluenti s'incidono profondamente, intagliando ai lati *terrazze alluvionali*, che sono i lembi residui del piano alluvionale precedente (fig. 111, I e II).

Se a questa attività erosiva succede un periodo di piene fluviali, oppure s'innalza il livello di base del corso d'acqua, questo depositerà, nel solco prima scavato, nuove alluvioni, che in un successivo periodo erosivo saranno a lor volta incise in una seconda serie di terrazzi, inferiori e interni alla prima, e così di seguito, quante volte si alterneranno periodi erosivi e di deposito della corrente fluviale (fig. 111, III e IV).

In questo modo, i ripiani interni alluvionali o le pianure pedemontane possono essere frazionate e modellate in una serie di lembi terrazzati incassati uno dentro l'altro, di aspetto collinare, scaglionati a vari livelli. Tipici esempi si presentano nella larga vallata del Valdarno Superiore,

sotto Arezzo, nelle alluvioni plioceniche e quaternarie delle Langhe e del Monferrato in Piemonte, nell'interno di tutte le grandi vallate delle Alpi, dell'Himalaja, delle Montagne Rocciose ecc.

I terrazzi alluvionali hanno grande importanza economica, perchè per la loro forma e la natura del terreno sono sede di agglomerazioni umane e di colture.

§ 100. — Ciclo d'erosione delle acque correnti. — Essendo il fenomeno d'incisione del filone di valle, quello di modellamento dei versanti e l'altro di spostamento della linea spartiacque strettamente coordinati fra loro, per le leggi della erosione risaliente, ne risulta che un determinismo rigoroso regola la successione di fasi nello sviluppo delle valli e dei rilievi montuosi.

Molte delle varie forme di essi dipendono dal progressivo incidersi dei corsi d'acqua e dei loro affluenti, nel procedere verso il loro profilo di equilibrio, il quale a sua volta è subordinato al livello di base.

Fino a che tale livello rimane invariato e il clima non cambia notevolmente, i fiumi e i loro affluenti che solcano un rilievo tendono ad allargare i limiti dei loro bacini imbriferi, ad aprire sempre più i loro versanti vallivi ed in conseguenza ad abbassare l'altitudine media della regione, addolcire e spianare tutto il rilievo. A queste forme estreme, a cui tende l'evoluzione dei rilievi subaerei, il Davis ha dato il nome di *penepiani*, cioè di superfici ondulate, quasi un piano, che si trovano diffuse sui massicci continentali o rilievi antichi del Baltico, della Siberia, dell'Africa, dell'Australia, dell'Amazzonia, del Canadà ecc. (fig. 112).

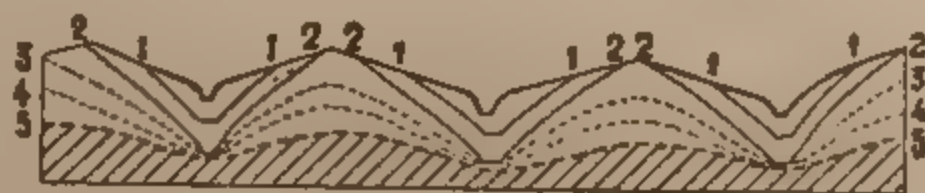



Fig. 112. — Schema di abbassamento progressivo di un rilievo montuoso.

Questa evoluzione (*ciclo d'erosione*) avviene in stadi successivi, geologicamente più o meno rapidi, a seconda della natura e disposizione delle rocce che costituiscono il rilievo e della forza cinetica degli agenti esterni; è quindi molto più avanzata, nelle rocce tenere e nei climi umidi, che non nelle rocce compatte e nei climi asciutti.

Fu chiamato *stadio di giovinezza* quello iniziale del ciclo d'erosione, dove per il forte dislivello di base, si ha una attività molto grande, ma irregolare e disordinata di tutti i fattori dell'erosione: escavazione rapida risaliente del filone di valle, smottamenti e dilavamenti dei versanti vallivi, a tipica sezione a V, che pongono dovunque a nudo la roccia in posto, catture numerose fra i vari affluenti ed evidente influsso della costituzione geologica superficiale del terreno sull'andamento della rete idrografica, la quale si adatta sopratutto alle condizioni e ai disturbi tettonici (sinclinali, rovesciamenti, faglie, scorrimenti ecc.). Gole, cascate, piani introvallivi, creste aguzze, pendii acclivi, forme contrastate, sono tutti elementi che denotano la giovinezza del rilievo. Questo stadio (*tipo alpino*) prevale nelle catene di sollevamento recente, come le Alpi, l'Himalaia e le Ande, dove l'altezza media resta ancora molto forte, con grande varietà di struttura e di rilievo.

Stadio di maturità è quello nel quale i corsi d'acqua principali hanno raggiunto, o quasi, il loro profilo d'equilibrio ed hanno un'attività armonicamente ordinata, per cui le modificazioni della superficie del rilievo avvengono solo lentamente e per l'attività dei più alti affluenti: le forme dei rilievi sono spesso arrotondate, molli o con lembi residui dell'antica superficie l'accumulazione prevale sull'erosione, cosicchè le alluvioni vanno colmando i tronchi inferiori di valli a largo fondo e versanti aperti. La rete idrografica talora non corrisponde più a quella originaria e rispecchia condizioni geologiche ormai sorpassate, con valli epigenetiche o sovraimposte (fig. 113, da I a IV). Di questo stadio (*tipo carpatico*), oltre che nei Carpazi, si hanno esempi nel Giura Svizzero e in qualche tratto di vallata alpina della Savoia, del Delfinato, del Vallese e nelle catene dell'Asia Centrale.

Fig. 113. — Schema di valli sovraimposte su pieghe convesse.

Lo *stadio di senilità* è dato da forme che si avvicinano molto al penepiano. L'inclinazione dei versanti è minima; l'accumulazione e l'erosione sono ambedue ridotte; i prodotti di decomposizione si accumulano in posto a formare terreni eluviali abbondanti, che addolciscono tutti i corsi d'acqua, entro valli larghissime e aperte, sono lenti e non trasportano ormai più che materiali argillosi in sospensione. Lo spianamento, ad un livello presso a poco eguale di tutte le cime, è il carattere più notevole dello stadio di senilità di un rilievo. Esso è proprio di zone geologicamente antiche e da tempo immobili, come in Europa, le Ardenne e il Limusin in Francia, il Massiccio Boemo, la Scozia ecc.

Sono rari sul Globo gli esempi di rilievi pervenuti ad uno stadio completo di senilità. Le contrastanti forze endogene (movimenti epirogenetici ed orogenetici) possono spostare, durante il ciclo evolutivo del rilievo, il livello di base dei corsi d'acqua e con esso tutta la loro attività modificatrice (*ringiovanimento del rilievo*).

In molte regioni dell'Europa Centrale ed Occidentale, si hanno esempi di due o tre cicli evolutivi sovrapposti, che in periodi successivi hanno plasmato variamente lo stesso rilievo, specie se geologicamente antico (Ardenne e Bretagna in Francia, Paese di Galles e Scozia in Inghilterra, Boemia, M.ti Appalachiani negli Stati Uniti d'America); ma si osserva anche su catene montuose geologicamente recenti (Alpi, Carpazi, Cevenne ecc.).

§ 101. EROSIONE CARSICA. — Ben diversa è l'azione degli agenti esogeni nel modellamento delle regioni puramente calcaree.

Le rocce calcaree (carbonato di calcio impuro, con tracce di silicati ed altri sali inclusi, sopratutto ferrosi) sono rocce omogenee e compatte ma profondamente fessurate; per cui si comportano come rocce fortemente permeabili (*permeabilità in grande*). Inoltre le acque carbonicate acidule, meteoriche (per l'anidride carbonica contenuta nell'atmosfera) o scorrenti superficialmente (carbonicate dalla decomposizione dei corpi organici vegetali), hanno una azione solvente sul carbonato di calcio, che passa a bicarbonato solubile e finisce coll'allargare le diaclasi. Per queste due cause le rocce calcaree assumono il carattere di rocce a fessure ampliate dalla dissoluzione e quindi assorbenti.

Per tali caratteristiche si ha una speciale idrografia e morfologia esterna ed interna delle regioni calcaree; e cioè: assenza o limitazione della idrografia superficiale, per cui mancando l'erosione superficiale si mantengono le forme originarie del rilievo; presenza di una circolazione idrica profonda, che ha intensamente eroso e cariato nel loro interno i rilievi e degradati in superficie, attorno alle fessure assorbenti. La *morfologia carsica*, — la cui denominazione proviene dalla regione del Carso, e che si stende dalle Prealpi Giulie, all'Istria, alla Carniola, e alla Croazia — è data appunto da inghiottitoi delle acque superficiali, a cui corrisponde in profondità una rete di grotte e caverne, nelle quali circolano, in corrente forzata o libera, le acque assorbite alla superficie.

Non tutti i calcari sono carsici. Di solito, quelli puri o marmorei non presentano il fenomeno, perchè poco o minutamente fessurati, per cui non lasciano passare l'acqua; così neppure quelli argillosi o arenacei , chè l'argilla o le sabbie li difendono dall'alterazione; bensì quell'impuri, spesso alterati e ampiamente fessurati. La soluzione del bicarbonato di calcio abbandona alla superficie i materiali insolubili delle impurità, sopratutto silicati ed idrati di ferro (*terre rosse* o *ferretto*), che le acque dilavanti accumulano nelle depressioni, lasciando nuda la roccia.

Anche altre rocce compatte e fessurate, come i conglomerati fortemente cementati (es. il Colle del Montello, sull'alta pianura trevigiana), oppure i gessi e il sale, rapidamente solubili, possono dare fenomeni carsici. Così lungo le « vene del gesso » nell'Appennino Emiliano e sulle zone salinifere della Polonia o delle Alpi, si hanno manifestazioni carsiche superficiali.

a) Le forme superficiali della morfologia carsica, sono date talora dai *campi solcati* o *carreggiati* (*lapiéz* dei francesi, *Karren* dei tedeschi), sopra dossi calcarei a pendenze non eccessive, e dovuti alla soluzione prodotta da rivoletti di acque carbonicate, che hanno inciso solchi paralleli fra loro e profondi anche molti decimetri, nei quali si accumula la terra rossa.

b) Più tipiche forme superficiali carsiche, sono le depressioni chiuse, al fondo delle quali vengono assorbite le acque, e dette con nome slavo, *doline*, che sono numerosissime (sul Carso Monfalconese e Triestino, oltre 50 per kmq.). Talora si hanno veri pozzi profondissimi detti

inghiottitoi, *abissi* (Abisso Bertarelli in Istria, m. 456; la Spluga della Preta sui M. Lessini, m. 637); talaltra sono grandi conche chiuse (*polie* nella Balcania, *foibe* in Istria) alla cui estremità v'è un inghiottitoio (Livanisko Polie in Bosnia, lunga 50 km.), che in tempo di pioggia possono anche rigurgitare acqua e trasformarsi in paludi o laghi temporanei (L. di Circonio al confine italo-iugoslavo).

Le *doline* sono generalmente più larghe che profonde, hanno fondo piatto e pareti più o meno ripide e si presentano a forma d'imbuto, di scodella, di piatto, in dipendenza alla inclinazione degli strati calcarei in cui sono aperte, negli strati orizzontali esse hanno pendii ripidi, in quelli inclinati un pendio lento e l uno ripido. Dall'allargamento o fusione di due o più doline derivano le *uvala* o *doline multiple*. Il fondo delle doline è coperto dalla *terra rossa*, unico suolo lavorabile nelle regioni carsiche, ma talora esso è occupato da uno stagno senza deflusso e più o meno permanente (L. di Doberdò sul Carso). In alcuni casi, le doline possono avere anche origine da un franamento di un'esile volta di grotta sotterranea.

Anche corsi d'acqua provenienti da regioni impermeabili possono poi scompariro improvvisamente a contatto della roccia fessurata. Esempio tipico, nel Carso Triestino, è la Recca o Timavo Superiore, che dopo 35 km. di corso subaereo, si sprofonda nelle grotte di S. Canziano per risorgere a 2 km. dal mare presso Duino. Lo stesso si dica del Danubio, che ad Immendigen nel Baden, scompare nelle fratture del calcare giurese, per ricomparire dopo 129 km. di corso sotterraneo.

Vi sono anche *valli* morte, come il Vallone di Chiapovano sull'Altipiano della Bainsizza, nella Venezia Giulia, già scavato per erosione subaerea su terreni impermeabili, e disseccatosi quando le acque raggiunsero il sottostante calcare carsico.

c) Le *grotte* rappresentano il fenomeno sotterraneo della morfologia carsica. Esse sono dovute, oltre che alla dissoluzione chimica delle acque circolanti in profondità attraverso gli interstrati e le fessure della roccia calcarea omogenea e compatta, anche all'azione meccanica dei corsi d'acqua sotterranei, che riempiendo talora tutte le cavità in condotta forzata, fanno franare per pressione le pareti e le volte, allargando e fondendo cavità originarie, collegate fra loro da pozzi o gallerie più o meno orizzontali (fig. 113).

Si hanno grotte enormi come quelle di Postumia (km. 22), o di S. Canziano (km. 6) sul Carso Triestino, e quella di Mammouth nel Kentucky negli Stati Uniti d'America, che si dirama per 223 gallerie della lunghezza complessiva di 240 km. Le grotte nelle regioni calcaree sono molto più numerose di quanto si credesse in passato. In certe zone il sottosuolo può dirsi veramente tutto traforato; ma molte cavità non hanno apertura verso l'esterno e quindi sono ignorate.

Lo studio delle grotte dicesi *speleologia* e risale alla fine del sec. XVIII, ma si è sviluppato sopratutto nei secoli XIX e XX.

Di solito le grotte si sviluppano in più piani, perchè le acque inghiottite alla superficie e che le percorrono allargano i piani di stratificazione, le spaccature, le fessure e tendono sempre a scendere più in basso entro le masse calcaree, fino a contatto di strati impermeabili sottogiacenti o a livello del mare.

Nelle grotte aereate si ha di solito umidità assai notevole e temperature inferiori all'esterno, per cui spesso esse *fumano*, per condensazione del vapore, e se la temperatura invernale è molto bassa, si può avere anche formazione di ghiaccio naturale, come sui Tredici Comuni Veronesi o nelle Alpi Giulie.

Le grotte abbandonate dai corsi d'acqua si trovano di solito nella parte più elevata dei rilievi e sono di età più antica delle sottogiacenti. In esse le acque penetranti per stillicidio, attraverso le fessure della volta, evaporando liberano l'anidride carbonica e il bicarbonato solubile ridiviene carbonato insolubile, che incrosta le pareti e le volte a forma di festoni, concrezioni pisolitiche, o guglie rovesciate di trasparente calcite sul tetto della grotta (*stalattiti*), oppure sul pavimento di essa, dove cadono dall'alto le gocce (*stalammiti*). Celebri le concrezioni calcaree delle Grotte di Postumia, nella Venezia Giulia.

Fig. 114. — Sezione della Grotta di Castel Lueghi nel Carso Triestino.

Talora le concrezioni possono colmare tutte le cavità sotterranee, dando luogo a buoni giacimenti di calcite ornamentale. Altre volte le grotte possono essere colmate di sabbia o terra rossa, abbandonata dalle acque esterne che vi penetrano.

Diconsi *caverne* le cavità sotterranee aperte e poco profonde, che in tempi passati furono abitate da animali o da uomini primitivi, di cui si trovano i residui fossili dei loro scheletri o i loro strumenti. Così i depositi o *breccie ossifere* di mammiferi e di uomini paleolitici del Post-glaciale a Mentone, Bergeggi, Finalmarina, nella Riviera ligure di Ponente, nel Carso, nella Penisola Salentina ecc.

Come la morfologia subaerea anche quella carsica subisce una evoluzione. In un primo stadio (*giovinezza*), i corsi d'acqua superficiali, anche con perdite attraverso le fessure del suolo, possono scorrere alla superficie e, sia pure con minore attività, scavare delle valli. Man mano che l'erosione progredisce e si allargano le fessure nel carcare, per dissoluzione chimica ed erosione mecca-

nica, i corsi d'acqua scompaiono nel sottosuolo, lasciando all'esterno delle « valli morte » col fondo perforato da doline, uvale, polien, che vanno ricoprendosi di terra rossa ed arrestando l'evoluzione della morfologia superficiale. Frattanto in profondità le si allargano e si scavano grotte e caverne di notevoli dimensioni, unite fra loro da canali, condotti, sifoni, laghi sotterranei con una estesa circolazione profonda (*stadio di maturità;* es. le Grotte di S. Canziano, sul Carso Triestino). Col pro-

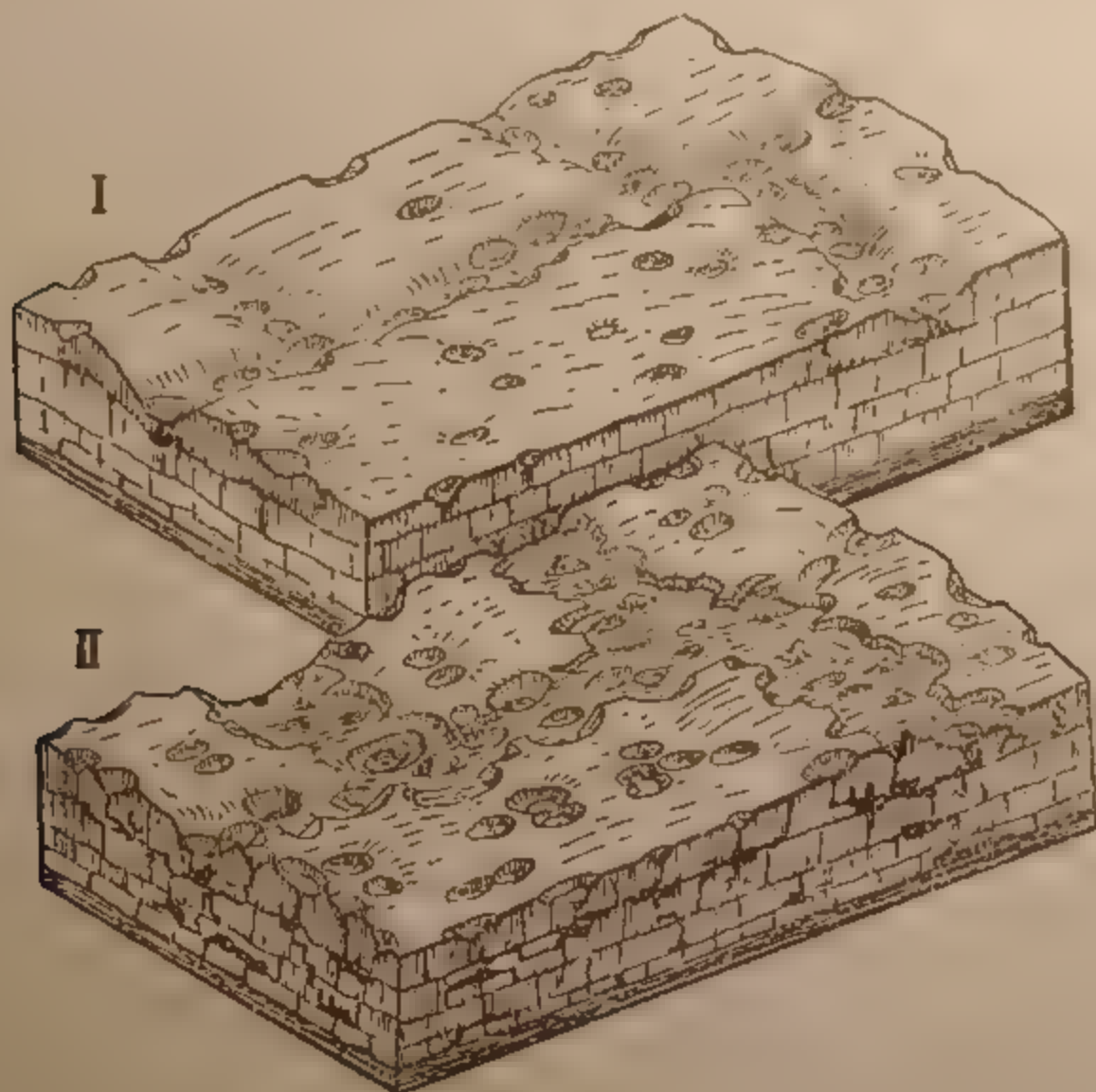



Fig. 115. — Schema di sviluppo della morfologia carsica.

gredire dell'erosione, la massa d'acqua che scorre nel sottosuolo scende sempre di più, abbandonando i livelli superiori delle grotte, che rimangono asciutti e vengono lentamente riempiti da concrezioni calcaree (*stadio di senilità;* es. le Grotte di Postumia); mentre in superficie l'accrescersi dei depositi di terra rossa, finisce coll'obliterare l'apertura esterna e permettere un parziale ritorno ad una idrografia superficiale (fig. 115)

Cap. XVIII.

I GHIACCIAI E LA MORFOLOGIA GLACIALE

§ 102. — Nevi persistenti. — Sui rilievi montuosi, oltre una certa altezza, vi sono zone sempre coperte da un mantello nevoso (*nevi persistenti*), perchè la quantità di neve accumulatasi durante la stagione fredda è maggiore di quella che si scioglie durante la stagione calda. Il limite altimetrico che separa le zone in cui la neve persiste sul suolo tutto l'anno, da quella che, almeno per qualche tempo, ne rimane priva dicesi, come

Fig. 17 - Valle d'erosione fluviale del F. Taro

Fig. 18 - Concrezioni stalattitiche nelle Grotte di Postumia

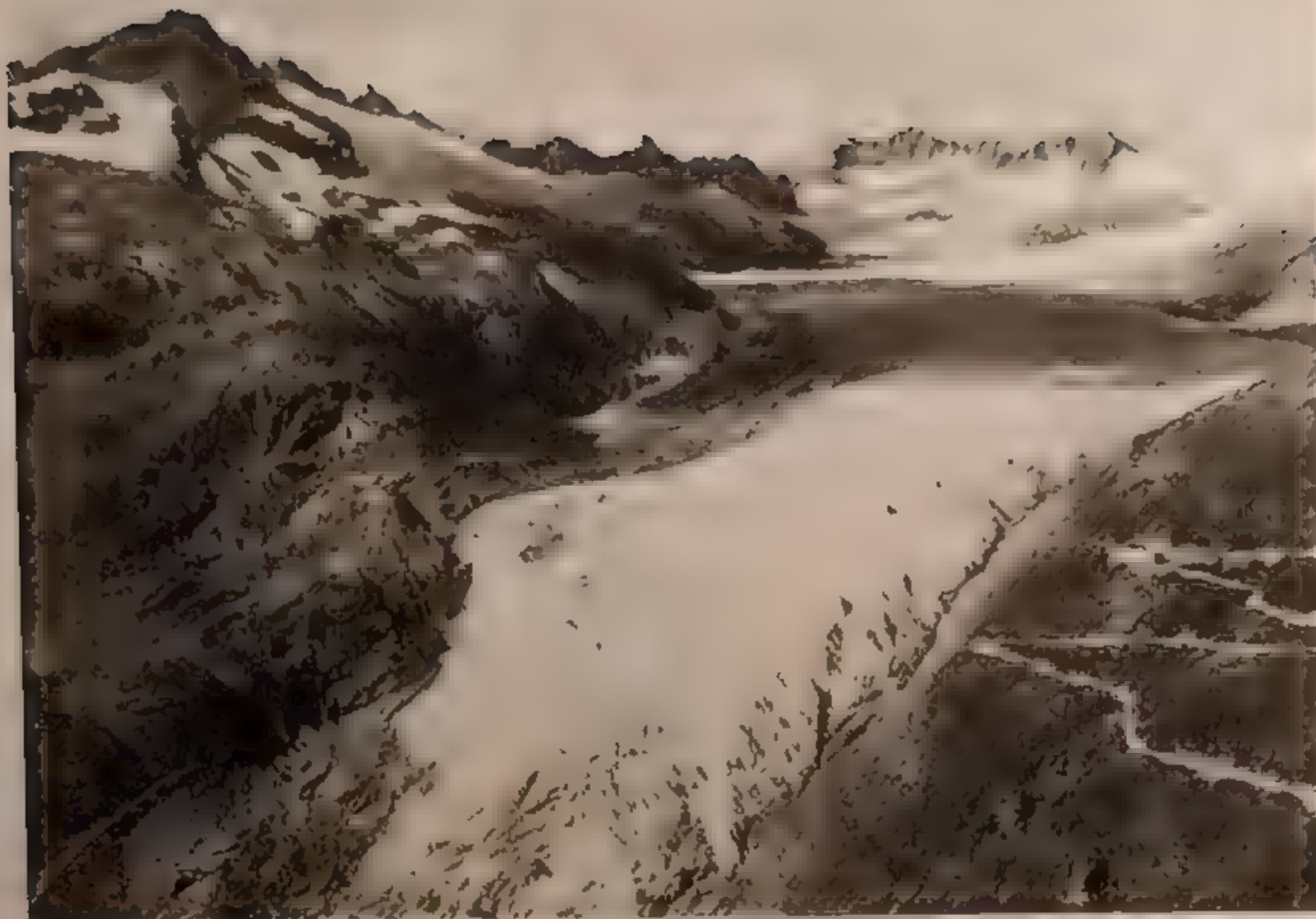



Fig. 19 - Ghiacciaio del Rodano di tipo alpino

Fig. 20 - Morena superficiale del Gh. del Miage nel M. Bianco

già sappiamo, *limite delle nevi persistenti*. Tale limite dipende dal rapporto fra la temperatura media dell'aria e la quantità media delle precipitazioni nevose nella regione; aumentando la temperatura tale limite s'innalza, come avviene nelle zone tropicali e durante l'estate; crescendo le precipitazioni nevose il limite si abbassa, come sui versanti montuosi esposti ai venti umidi e durante il periodo invernale.

Su tale limite influiscono poi altri fattori locali, come l'esposizione rispetto al Sole, la maggiore o minore ripidità delle pareti rocciose su cui la neve può depositarsi, il vento che spazza le cime e accumula la neve negli angoli sottovento ecc. Il limite delle nevi persistenti risulta quindi segnato da una fascia, che corre irregolarmente sulle varie parti dello stesso gruppo montuoso e che varia con le stagioni; di solito si sceglie come limite quello medio estivo, che è il più alto.

Tale limite è più elevato nella zona torrida e specialmente sulle montagne poste sotto i Tropici, caldi ed asciutti, mentre si abbassa in corrispondenza dell'Equatore più umido. Verso i Poli il limite continua ad abbassarsi, finchè nelle regioni Antartiche raggiunge il livello del mare.

	lat.		limite medio nevi persistenti	m.
Ruvenzori	lat.	0°	limite medio nevi persistenti	m. 4500
Ande del Perù	»	16° S.	» » » »	» 5550
Himalaia	»	30° N.	» » » »	» 5000
Caucaso	»	43° N.	» » » »	» 3500
Alpi	»	46° N.	» » » »	» 2900
Norvegia	»	60° N.	» » » »	» 1600
Groenlandia	»	75° N.	» » » »	» 100
Is. Swalbard	»	78° N.	» » » »	» 50
Terra di Byrd (Antartide)	»	80° S.	» » » »	» 0

Tale limite ha molta importanza geografica, perchè separa due mondi del tutto diversi, così sotto l'aspetto fisico della morfologia del rilievo, come sotto quello biologico, separando le regioni abitate da esseri viventi (vegetali ed animali), da quelle prive di vita.

L'innevamento invernale dell'alta montagna e sopratutto le nevi persistenti, sono poi di grande valore per l'alimentazione dei fiumi, perchè agiscono quali riserve idriche, che defluiscono lentamente durante la stagione estiva. Di qui la diversa ricchezza in forze idrauliche, delle Alpi, che superano il limite delle nevi persistenti, e degli Appennini, che quel limite non raggiungono.

Le *valanghe* o *lavine* sono scivolamenti improvvisi e rapidi di estese masse nevose in equilibrio instabile, sia sotto il peso delle nevi eccessivamente accumulate su versanti molto ripidi, sia per la fusione della neve negli strati inferiori a contatto con la roccia. Di solito le valanghe sono più numerose all'inizio dello scioglimento delle nevi in primavera (*valanghe di fondo*) e seguono le vie dei canaloni di montagna più ripidi, discendenti dalle cime maggiori, depositando la neve nelle conche più depresse e nei fondo valle.

Le valanghe sono prevedibili nel tempo e nello spazio (si costruiscono oggi delle carte delle valanghe), ma sono sempre pericolose e devastatrici, potendo convogliare in basso masse ingenti di neve (fin oltre un milione di metri cubi), con

spostamento enorme delle masse d'aria producendo i maggiori disastri, sradicando alberi, abbattendo costruzioni, seppellendo uomini. Le zone battute dalle valanghe sono quindi nude e disabitate.

103. — Ghiacciai terrestri. — In natura si distinguono i nevai dai ghiacciai. I ***nevai*** o ***campi di neve***, sono piccoli accumuli di neve o di ghiaccio, che si raccolgono in qualche conca del terreno, dove si conservano tutto l'anno, ma per le condizioni del terreno sono privi di movimento e stanno quindi al di sopra del limite delle nevi persistenti.

I *ghiacciai* sono masse gelate in movimento, che avendo origine, come raccolta nevosa, al di sopra del limite delle nevi persistenti, scendono in forma di ghiaccio compatto, azzurro-verdastro, anche sotto il limite delle nevi persistenti, fino a raggiungere il luogo dove la loro massa termina per fusione; luogo posto ad una altitudine variabile con la esposizione, col ciclo stagionale climatico e con la quantità di neve gelata che scende dall'alto. Essi rappresentano vere correnti di ghiaccio, paragonabili ai fiumi.

Al di sopra del limite delle nevi persistenti le masse nevose si accumulano e si comprimono in modo, che la loro densità da 0,1, quale è quella della neve fresca, sale a 0,5 ed oltre e si trasformano in ghiaccio granuloso biancastro, detto *gramolato* o *nevato*. Esso è costituito da cristallini disposti in modo irregolare, intramezzati da bollicine d'aria, i quali, a causa della pressione a cui sono sottoposti, vanno trasformandosi in grani, separati tra loro da fessure capillari, entro cui penetra acqua di sgelo che a sua volta poi rigela. Infatti la pressione fa abbassare il punto di fusione e provoca una parziale liquefazione della massa stessa ghiacciata, attraverso la quale si compie l'espulsione delle bollicine d'aria; con che la pressione torna a diminuire e una parte dell'acqua rigela, in un ghiaccio prima bolloso, poi compatto azzurro-verdastro, trasparente, elastico, che costituisce la massa del ghiacciaio, con una densità di circa 0,9, nel quale però si notano ancora, al microscopio, i granuli della prima formazione, ciascuno dei quali rappresenta un individuo cristallografico.

Siccome, nelle alte regioni del nevato, si alternano i periodi nevosi con quelli asciutti, così ogni strato di neve bianca granulosa è separata da quello del periodo successivo da uno straterello più sporco e poroso, che dà un aspetto stratificato a tutta la massa del nevato, e che si conserva anche nel ghiaccio del ghiacciaio, dove le testate dei singoli strati emergono più o meno contorte, per le pressioni che hanno subito nel loro movimento.

I ghiacciai possono considerarsi come correnti di ghiaccio, che scendono verso il basso con velocità diversa nei singoli ghiacciai e da punto a punto, in rapporto allo spessore della massa e all'inclinazione del pendio.

Le osservazioni fatte sui ghiacciai (cominciando dalle prime, iniziate sul ghiacciaio del Rodano nel 1874, con massi colorati allineati) hanno dimostrato che i ghiacciai sono dotati di movimento da monte a valle. La velocità, sempre molto debole, è in rapporto con le loro masse, ed è maggiore lungo la linea mediana, nei tratti più inclinati e nella stagione estiva. Nei ghiacciai alpini la velocità annua varia da 50 a 80 m., come nel Ghiacciaio dell'Aar, da 80 a 200 m., nella Mèr de Glace. Nei ghiacciai

norvegesi si hanno velocità di quasi un metro al giorno, in quelli himalaiani fino a 3 m. e in quelli polari velocità giornaliere di 15 m.

Oltre al movimento complessivo della loro massa, i ghiacciai hanno dei movimenti interni; fra cui uno di sollevamento degli strati ghiacciati dalle porzioni marginali rispetto a quelle mediane, connesso ad un moto del ghiaccio dal centro, dove la massa è maggiore e più compressa, verso la periferia. Alla fronte del ghiacciaio gli strati si sollevano per elasticità, diminuendo il peso della massa soprastante, che va fondendosi. Per questi movimenti interni la massa del ghiaccio è tutta frantumata e laminata, costituendo quasi un conglomerato di pezzi di ghiaccio, con una struttura particolare detta *cataclastica*.

La causa prima del movimento dei ghiacciai è data anzitutto dalla gravità, che agisce per il peso della massa superiore su quella inferiore, e per la trazione verso il basso di questa, che stira per il suo peso il ghiacciaio a cui aderisce a monte. Inoltre il ghiacciaio si comporta come un fluido viscoso dotato di elevatissimo attrito interno, superiore a quello dei metalli, ma che sotto l'azione di forze continue, presenta deformazioni progressive e permanenti, ed è quindi, in grande massa plastico, adattandosi alla forma del bacino. Tale plasticità e movimento sarebbero poi aumentati dal fenomeno del *rigelo interno*, cioè per alternanze di fusione di ghiaccio, dovute all'abbassamento del punto di congelazione nelle zone di massima pressione, e di successivo rigelo, dove la pressione diminuisce. Tale fenomeno è più intenso nelle zone sottoposte a massime pressioni (*pedale e fondo del ghiacciaio*), minore verso quelle di minime pressioni (*fronte e superficie del ghiacciaio*), quindi con spostamento sempre verso il basso.

Nel caso di incontro di due correnti ghiacciate queste mantengono la propria individualità, ma gli strati di ognuna di esse si comprimono e ripiegano sopra se stessi, aumentando la loro forza elastica di distensione e quindi la velocità di discesa (fig. 117).

Per effetto del loro movimento, i ghiacciai compiono un'azione erosiva, detta *esarazione*, striando, limando, levigando le rocce su cui scorrono, grazie sopratutto ai materiali solidi che la massa del ghiacciaio trasporta con sè; mentre dicesi *abrasione glaciale* il lavoro che fanno portando via i prodotti di disfacimento delle rocce per depositarli altrove.

Fig. 116. — Iceberg galleggiante.

Si possono distinguere due serie di ghiacciai: quelli *continentali* e quelli di *montagna*.

I primi detti anche *polari*, ricoprono l'intera superficie del suolo, che è trasformato in un enorme altipiano gelato (*inlandsis*), con una cappa di ghiaccio dello spessore di qualche centinaio di metri e la cui fronte arriva al mare. Nell'Antartide, dove è più sviluppata la cappa di ghiaccio, finiscono quasi sempre sul mare libero, con una fronte continua ed unita dell'altezza media di 20 o 50 m. (*ghiacciai antartici* o *di barriera*). Nelle regioni artiche invece, come nella Groenlandia (*ghiacciai groenlandici*),

arrivano al mare solo lingue di ghiaccio, che le onde spezzano e le correnti allontanano sotto forma di enormi blocchi di ghiaccio galleggianti, la cui parte emersa è di solito appena un decimo, nove decimi essendo sommersi (*icebergs*, fig. 116).

Gli icebergs dalle correnti marine sono portati a latitudini assai [illegible] a seconda delle stagioni (fino al di sotto del 40° lat. nord, lungo le coste dell'Asia Orientale e dell'America Atlantica), fino a che, a contatto delle acque tiepide, si fondono completamente abbandonando sul fondo del mare i materiali rocciosi conglobati nella loro massa; materiali che formano estesi banchi sottomarini: così il Banco di Terranova sulle coste atlantiche dell'America Settentrionale, fra il 45° e il 50° di lat. nord. Gli icebergs sono assai pericolosi per le navi e anche i grandi transatlantici devono deviare la loro rotta nei mesi invernali, quando gli *icebergs* scendono a latitudini più basse.

Ben più numerosi, ma assai meno estesi, sono i *ghiacciai di montagna*, raccolti entro le alte vallate montuose. Essi possono essere *composti* o di *tipo himalaiano*, propri delle alte catene dell'Asia Centrale (come quelli del Caracorum), dove risultano costituiti di un gran numero di rami minori confluenti e anastomizzati fra loro a formare le maglie di una rete di masse ghiacciate, attraverso le quali emergono le vette montuose. Una varietà è quella dei ghiacciai *alaskiani*, nei quali le lingue che scendono fuori dalle vallate, allo sbocco delle vallate stesse saldano le loro fronti in un unico anello di ghiaccio, come avviene nell'Alaska. I ghiacci *semplici* o di *tipo alpino*, propri delle nostre Alpi, delle Mt. Rocciose, delle Ande Meridionali ecc., sono costituiti, oggi, da una sola e indipendente massa di ghiaccio, con un proprio bacino nevoso ed una unica lingua di ghiacciaio.

I ghiacciai alpini sono di *primo ordine* o *vallivi* quelli maggiori, dove la parte superiore del *bacino collettore* delle nevi, col nevato, è racchiusa entro una corona di monti più alti, mentre la parte inferiore del ghiacciaio è insinuata dentro un solco vallivo. Vi sono poi i ghiacciai di *secondo ordine* o minori, che possono limitarsi solo entro la conca del bacino collettore (come i *ghiacciai di circo* o *pirenaici*) o coprire un versante montuoso (*ghiacciai di pendio*).

Oggigiorno l'estensione dei ghiacciai terrestri, secondo l'Hess, è la seguente:

Alpi	Kmq.	3.800
Pirenei	»	40
Scandinavia	»	5.000
Islanda	»	13.600
Caucaso	»	1.840
Europa	»	*24.640*
Asia Centrale	»	*20.000*
America del N. e Alasca	»	60.000
America del S.	»	10.000
America	»	*70.000*

Africa	Kmq.	*20*
Nuova Zelanda	»	*1.000*
Groenlandia	»	1.900.000
Svalbard (Spitzbergen)	»	56.000
Terra Fr. Giuseppe	»	17.000
Nuova Zembla	»	15.000
Arcipelaghi americani	»	100.000
Isole antartiche	»	3.000
Antartide	»	14.000.000
Terre Polari	»	*16.091.000*

Complessivamente raggiungono kmq. 16.226.640, cioè il 10,9% delle terre emerse, ma essi sono quasi del tutto situati sul Continente Antartico.

§ 104. — Parti elementari di un ghiacciaio vallivo. — In un ghiacciaio vallivo si distinguono due parti ben diverse: una parte superiore al limite delle nevi persistenti (*circo, bacino alimentatore o di raccolta*), dove la neve si accumula, sopratutto per le lavine e le valanghe, che cadono dai pendii contornanti. La superficie gelata del bacino alimentatore è leggermente inclinata e concava, con pendenze dai 2° agli 8°, perchè il nevato, che qui va formandosi, viene trascinato nel flusso profondo della massa e si comprime al centro. All'ingiro del bacino collettore v'è un *crepaccio marginale*, che segue la zona, dove il nevato si stacca dalla roccia e comincia a scivolare verso il basso. Nei grandi ghiacciai spesso il bacino alimentatore è costituito da più circhi distinti, che vanno fondendosi in una unica massa ghiacciata.

È in questa parte superiore, che si raccoglie la neve, non solo per le precipitazioni nevose dirette, ma sopratutto per la caduta delle valanghe dai ripidi pendii all'intorno e per l'accumularsi della neve, che la tormenta vi trasporta dalle cime. Qui la massa gelata va comprimendosi, si formano le stratificazioni ghiacciate per ogni successiva caduta della neve, s'inizia il movimento verso il basso e la neve passa a gramolato. La maggiore o minore grandezza del ghiacciaio dipende dall'ampiezza del bacino collettore e dalla quantità del suo innevamento.

Talora, per le condizioni morfologiche del pendio, i minori ghiacciai sono formati dal solo bacino alimentatore, essendo esso troncato sopra al ciglio di una sottostante parete rocciosa (*ghiacciai sospesi*), da cui i blocchi gelati cadono più in basso a ricostituire un nuovo piccolo ghiacciaio secondario (*ghiacciaio rigenerato*), anche sotto il limite delle nevi persistenti.

La parte inferiore del ghiacciaio è detta *lingua d'ablazione* o *lingua glaciale* e s'insinua entro le pareti ripide di una valle, seguendone l'andamento ed assumendone la forma; cosicchè la superficie del ghiacciaio è spesso spezzata in *crepacci*, tormentata da blocchi accavallantisi (*serracchi*), dove il pendio del fondo, per le brusche irregolarità, non permette alla plasticità del ghiaccio di adattarvisi. Dove più ghiacciai confluiscono insieme, i loro strati di ghiaccio si comprimono e si ripiegano, mantenendo la loro individualità (fig. 117). La lingua di ghiaccio è zona di fusione, che sta tutta sotto al limite delle nevi perpetue, con un profilo trasversale convesso, perchè la fusione è più attiva ai lati, per il riflesso del calore solare sulle pareti vallive. Essa si prolunga in basso fino alla *fronte del ghiacciaio*, che cessa colà, dove la quantità di ghiaccio che si fonde, fa equilibrio a quella che scende dall'alto. Dal di sotto della fronte del ghiacciaio esce, da una caverna dovuta allo scioglimento del ghiaccio (*porta del ghiacciaio*), un torrente di acque torbide, molto ridotte d'inverno e di notte e gonfie d'estate e nelle ore pomeridiane (*torrente glaciale*).

La lingua di ablazione dei ghiacciai si sviluppa solo colà dove si hanno valli incassate e a declivio assai dolce, preesistenti al ghiacciaio stesso, come negli alti rilievi montuosi ad antica idrografia fluviale delle Alpi, dell'Himalaia, delle Mon-

tagne Rocciose ecc., dove si hanno potenze del ghiaccio, che superano anche 1000 m. Sugli altipiani invece, come nel Tibet, e sulle cime tabulari, come alla Marmolada nelle Alpi Venete, si hanno bensì estese coperture di ghiaccio, ma limitate lingue glaciali (*ghiacciai di altipiano* o *di pendio*)

Dove la pendenza del fondo valle aumenta fino a 20° e 40°, e con [illegible] velocità della massa ghiacciata, ovvero dove si ha una strozzatura della valle, per cui a monte il ghiaccio rigurgita, si presentano una serie di crepacci trasversali e longitudinali, dovuti a variazioni di velocità, talora a forma di ... concentriche che danno luogo a grossi blocchi di ghiaccio accavallati in creste, punte, guglie, vera cascata del ghiacciaio, a cui si dà il nome di *seraccata*

Se invece la superficie del ghiacciaio è uniforme e coperta di grossi blocchi rocciosi, all'ombra di questi l'ablazione superficiale è minore, per cui si possono avere forme curiose di lastre o blocchi di roccia sostenute da un piede di ghiaccio (*funghi* o *tavole glaciali*)

Fig. 117. — Sezione schematica di un ghiacciaio vallivo.

Man mano che si scende verso il basso le acque di disgelo superficiale e profonde, agiscono da solventi del ghiaccio, incidendo sulla superficie del ghiaccio stesso solchi torrentizi, doline e pozzi (*mulini del ghiacciaio*), da dove le acque di ablazione penetrano nell'interno, scavando caverne e laghi e confluendo tutte al fondo in un corso d'acqua unico, il *torrente glaciale*, che esce dalla fronte o dalla *porta* o *bocca* del ghiacciaio, la quale è spesso assai grande e variabile per crolli continui.

Siccome l'ablazione avviene gradualmente, più alla periferia per il calore riflesso dalle rocce circostanti, che al centro, la fronte del ghiacciaio assume spesso la forma di una semicalotta, su cui sono segnati nettamente le testate degli strati di ghiaccio, più radrizzati perchè minore è il peso della massa a cui sono sottoposti. Se però la fronte di un ghiacciaio è in rapido ritiro, essa si presenta digitata e laminata.

Per i moti interni della massa ghiacciata si può avere talora la *trasfluenza* di un ghiacciaio da una valle ad un'altra contermine, attraverso a depresse selle montuose, ed anche movimenti a ritroso della corrente glaciale, che può andare ad alimentare altri ghiacciai o suddividersi in più fronti.

Fra i più importanti ghiacciai vallivi ricordiamo: il Ghiacciaio del Siacem, nel Caracorum, di oltre 75 km. di lunghezza; quello del Fedskenko nel Pamir, 75-80 km; il Gh. Baltoro nel Caracorum di km. 45; e nelle Alpi: il Gh. dell'Aletsch (A. Bernesi) di 27 km. di lunghezza e 130 kmq. di superficie; il Gorner (M. Rosa) di km. 15 e kmq. 67; la Mer de Glace (M. Bianco) di km. 15, kmq. 55; l'Unteraar (A. Bernesi) di km. 16, kmq. 39; il Gurgler (Oetz) di km. 10 e kmq. 15; il Pasterze (Gross Glockner) di km. 10, kmq. 32; il Mandrone (Adamello) di km. 10 kmq. 14.

In Europa le Alpi sono la regione montuosa più ricca di ghiacciai, i quali rappresentano un tipico carattere del paesaggio. Essi sono circa 3000, dei quali 1000 appartengono al versante italiano, e nel complesso occupano 3800 kmq. di superficie.

§ 105. — VARIAZIONI STORICHE DEI GHIACCIAI. — Le fronti dei ghiacciai non si sciolgono sempre nello stesso posto, anche durante brevi periodi storici

Il punto dove termina la lingua glaciale varia con la quantità delle precipitazioni nevose (specie invernali) e colla quantità di ghiaccio che si scioglie alla fronte (specie d'estate). La fronte del ghiacciaio subisce quindi degli spostamenti positivi o negativi, nei vari periodi di tempo, spostamenti legati strettamente alle variazioni degli elementi meteorologici, di cui essi possono essere presi per indice.

Di qui l'importanza che la determinazione di tali variazioni assume per lo studio dell'andamento del clima. Una Commissione internazionale coordina tali ricerche, specie per i ghiacciai alpini. Per quanto queste ricerche non risalgano a tempi molto arretrati, si può già affermare che le variazioni dei ghiacciai appaiono cicliche. Nel sec. XIX la fase di massima piena dei ghiacciai corrispose attorno al 1820; altri aumenti secondari seguirono fra il 1850 e il 1860, sempre meno intensi e ritardati da ovest verso est, ed ora siamo in fase regressiva (fig. 118). Anche i ghiacciai norvegesi hanno presentato un massimo, alla fine del sec. XVIII, e attorno al 1850, ora sono in fase di ritiro. Come risultato preliminare si può vedere delle fasi trentacinquennali nelle variazioni dei ghiacciai, in corrispondenza a quelle climatiche. Lo studio di vecchie traccie glaciali mostrerebbero poi che un grande sviluppo glaciale, iniziatosi verso la metà del sec. XVI, sarebbe perdurato fino alla metà del sec. XIX e starebbe ora per conchiudersi. Infine pare, che nell'ultimo secolo, fra il 1821 e il 1930, il limite delle nevi persistenti si sia innalzato sulle Alpi in media di circa 70 m.

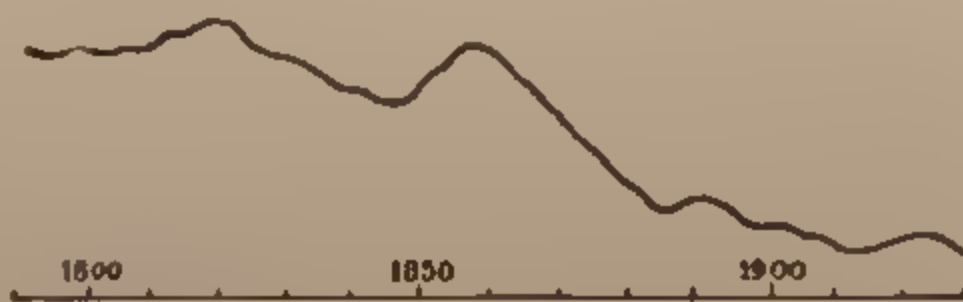



Fig. 118. — Oscillazioni della fronte del Ghiacciaio del Lys (M. Rosa) dal 1790 al 1930, secondo Sacco.

§ 106. — MORENE. — Nella sua discesa il ghiacciaio trasporta con sè tutti i detriti che la disgregazione fisica fa cadere dalle cime montuose che lo circondano, e che egli stesso strappa dal fondo vallivo su cui scorre (*letto del ghiacciaio*).

Questi ammassi rocciosi, in tutte le Alpi, prendono il nome di *morene* e si distinguono *in mobili* e *deposte*. Quelle mobili possono essere: *superficiali*, dovute ai detriti caduti dall'alto, ed allora sono costituite da blocchi angolosi, più o meno decomposti, che si allineano ai fianchi della lingua del ghiacciaio; e quando più lingue di ghiacciaio confluiscono, le rispettive *morene laterali* o *di sponda* si fondono in una comune *morena mediana* (fig. 117).

Le *morene interne* son quelle che provengono dal precipitare delle morene superficiali nei crepacci del ghiacciaio: la fusione del ghiaccio, nella zona di ablazione, fa riapparire alla superficie la morena interna,

che viene ad arricchire la morena superficiale all'estremità del ghiacciaio. Le morene interne possono discendere poi in basso a formare la *morena di fondo*, costituita di ciottoli arrotondati e striati, per la pressione della massa ghiacciata sul letto della valle, e da una *fanghiglia glaciale*, ultimo risultato del trituramento della morena profonda e della esarazione di questa sulle rocce sottostanti, che ne vengono scavate, pulite e lisciate (*rocce montonate*), con una vera azione di smeriglio.

Le morene sono costituite da materiali di diversa grossezza, la cui costituzione litologica corrisponde a quella del bacino montuoso da cui discende il ghiacciaio. Se però si hanno fenomeni di trasfluenza glaciale, come nei ghiacciai di tipo himalaiano o in quelli del Quaternario, si possono mescolare rocce di due bacini litologicamente diversi. Anche le morene mediane possono avere diversa natura, se i rami del ghiacciaio che confluiscono provengono da bacini geologici diversi. Se la lingua del ghiacciaio è formata da più bacini alimentatori, allora si ha una serie di morene mediane, che con lo scendere a valle si mescolano fra loro.

La *morena superficiale*, se di materiale minuto, tende a scendere entro la massa del ghiaccio a formare la *morena interna*, perchè la maggior capacità termica della roccia scioglie il ghiaccio attorno ad ogni frammento roccioso, cosicchè esso si sprofonda sempre più. Sulla fronte però, la superficie di ablazione, tagliando i vari strati di ghiaccio, a forma di ogiva, la morena interna viene ad affiorare, arricchendo la morena superficiale così, che la fronte di alcuni ghiacciai è addirittura sepolta sotto le morene mobili.

La *morena di fondo* — costituita dal materiale della morena interna che è penetrata, attraverso le crepacciature e i moti interni della massa del ghiaccio, fino al letto del ghiacciaio — tappezza, più o meno uniformemente, il fondo roccioso su cui esso scorre ed i ciottoli rocciosi più minuti e tenui, per effetto del peso e del moto della massa gelata, vengono frantumati e polverizzati e quindi asportati dalle acque sottoglaciali, i più grossi e più resistenti vengono smussati, arrotondati, striati, levigati con strie incrociate e caratteristiche; lo smussamento avviene per azione delle sabbie più dure e insieme delle rocce, che costituiscono il letto del ghiacciaio.

Le *morene desposte* derivano da quelle mobili; la superficie della lingua di ghiaccio, coll'abbassarsi per diminuzione della massa di ghiaccio verso la sua fronte, deposita ai fianchi della valle delle *morene laterali*, simili ad argini ristretti ed allungati, i quali si riuniscono, alla fronte del ghiacciaio, a formare la *morena frontale* o *vallo morenico*, dalla caratteristica forma arcuata, dove si accumula, così la morena di fondo, come quella interna e superficiale. Tutte le morene deposte sono costituite da una massa caotica di ciottoli striati, blocchi angolosi e fanghiglia glaciale abbandonati per la fusione del ghiaccio; e non rari sono i massi anche assai voluminosi (talora decine di metri cubi), caduti sulla superficie dei ghiacciai maggiori, specialmente quaternari, e da questi trasportati anche a centinaia di chilometri dall'origine, e detti *massi erratici*.

Le *morene laterali* possono essere incrementate anche dal materiale della morena interna, che viene portato verso l'alto dei moti di rigurgito del ghiacciaio, che sono più notevoli verso i suoi lati. Esse però di solito non sono molto elevate (da 20 a 50 m.); e se un ghiacciaio nella sua discesa attraversa una valle

confluente priva di ghiaccio, può insinuarvisi, e depositarvi una morena laterale a forma di ansa, e che è detta *insinuata*. Sui fianchi di una valle glaciale, dopo scomparso il ghiacciaio, possono rimanere più serie di morene laterali, deposte a più livelli, testimoni delle diverse potenze raggiunte dal ghiacciaio nelle sue fasi; ma esse rimangono in posto solo sui ripiani o cornici vallive, altrove vengono dilavate dalle acque meteoriche. *Morene d'ostacolo* diconsi infine quelle dovute all'accumularsi dei materiali delle morene mediane, contro qualche roccia che affiora lungo il percorso del ghiacciaio.

Se la fronte del ghiacciaio avanza, la *morena frontale* precedente viene distrutta o sospinta e rimaneggiata dal ghiacciaio stesso. Ma se esso si ritira in stadi successivi, per ogni singolo arresto si formano delle morene frontali, che risultano disposte in una serie di archi concentrici con la convessità verso valle. Fra due cerchie successive vi sono zone depresse con *laghetti intermorenici*, zone paludose, idrografia irregolare (*anfiteatri morenici*).

§ 107. Forme d'erosione e d'accumulazione dei ghiacciai quaternari. — Tutte le vallate, nelle Alpi e fuori, che sono state in passato occupate da ghiacciai, hanno forme tipiche, ben diverse da quelle provenienti dall'erosione fluviale.

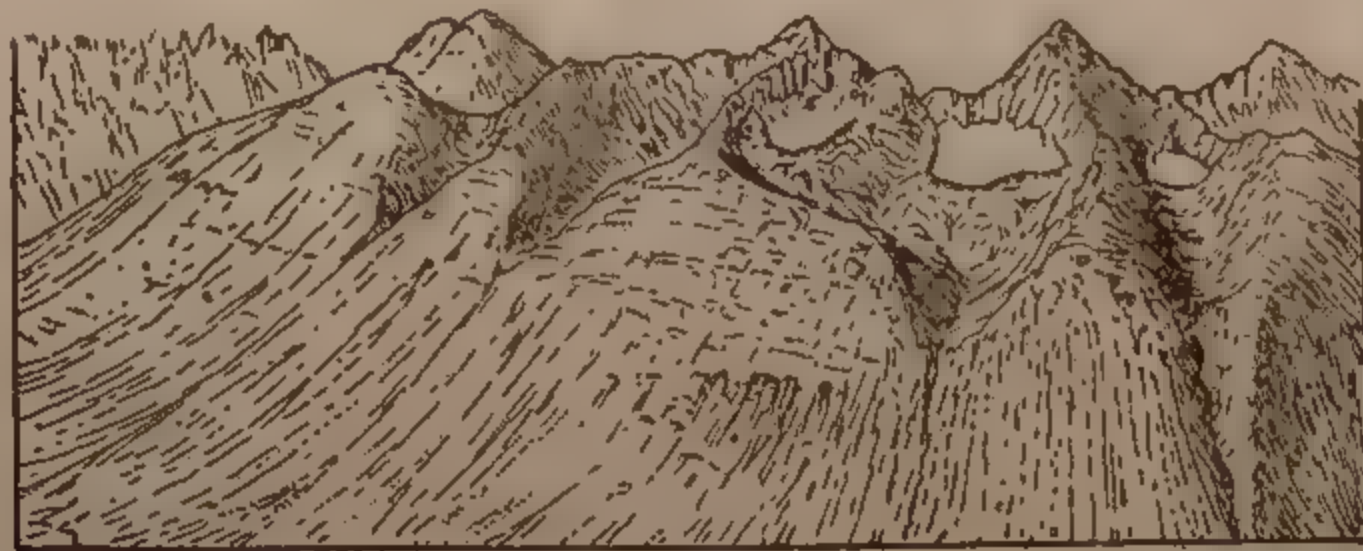



Fig. 119. — Sviluppo di circhi in alta montagna.

Anzitutto, all'origine delle vallate d'escavazione glaciale, si ha una forma tipica detta *circo*, costituita da una nicchia ad anfiteatro, con una soglia rocciosa sull'orlo inferiore, che sostiene un laghetto od un piano palustre. Esso era in origine un bacino d'erosione torrenziale, occupato in seguito da un *ghiacciaio di circo* e da esso trasformato, con escavazione del fondo, che ha lasciato sussistere però una soglia rilevata (fig. 119).

Sono i circhi che danno, in tutte le alte catene del Globo, il carattere tormentato delle creste montuose soggette a glaciazione.

I circhi glaciali — sulla cui forma e dimensione influisce la natura e struttura della roccia — ripetono la loro origine da bacini di raccolta torrentizi, anteriori all'espansione glaciale quaternaria, i quali, invasi che furono da ghiacciai locali, sono andati allargandosi per regressione dei versanti, divenuti molto ripidi, perchè emergenti dal ghiaccio e soggetti alla degradazione meteorica; mentre

il fondo protetto o leggermente modellato dai ghiacciai di secondo ordine, non molto grandi, nè ricchi di morene di fondo, si spianavano a scodella mantenendosi la soglia rilevata dove terminava il ghiaccio e la sua esarazione

I setti divisori fra i vari circhi contigui andavano sempre più assottigliandosi, fino a ridursi a pareti rocciose sottili, frastagliate, od anche a punte o vette triangolari, come nel M. Cervino, per l'attacco simultaneo di circhi periferici; ovvero per caduta delle pareti divisorie, possono aver dato luogo ad elevate continue *cornici* o *terrazze in roccia*, come nell'Adamello.

Le vallate già percorse dai ghiacciai quaternari hanno il profilo trasversale a truogolo o a U, con largo fondo, pareti verticali o quasi e, al di sopra, sempre larghe *spalle* o *ripiani glaciali*, che si stendono con lieve pendenza verso le cime. Valli già fluviali e mature in via di ringiovanimento, occupate da un ghiacciaio nella parte inferiore, furono riscavate a truogolo, con azione erosiva sul fondo e sui fianchi, mentre i versanti superiori della valle matura furono rimaneggiati, resi uniformi e più ampi.

Le valli affluenti, occupate da ghiacciai secondari di minore massa, furono meno approfondite della valle principale; per cui, dopo la scomparsa dei ghiacciai, le prime rimasero sospese sul fondo della vallata principale con un *gradino di confluenza*, ed ancora oggi una serie di cascate, entro una gola postglaciale, raccorda il passaggio fra le valli affluenti e la valle principale (fig. 120, da I a III).

Anche il profilo longitudinale delle valli glaciali è caratterizzato da conche glaciali, più o meno pianeggianti e aperte, in corrispondenza alla confluenza delle valli secondarie, limitate da *soglie glaciali* con rapido salto verso valle. Anche qui, le differenze di livello fra i vari tronchi vallivi preglaciali furono aumentate dall'azione del ghiacciaio, che ha sovraescavato nei punti di confluenza delle masse gelate. Così le contropendenze sono andate accentuandosi lungo il filone di valle, contrariamente al processo di livellamento proprio delle acque correnti. L'azione glaciale tende dunque più a ringiovanire che a maturare le forme della montagna.

Il profilo trasversale di una valle glaciale presenta la forma tipica di U, con fianchi più o meno ripidi a seconda della struttura e tenacità della roccia. Questo profilo è dovuto sopratutto all'allargamento e sovraescavazione del fondo valle, per l'esarazione operata dalla massa glaciale incanalata, ricca di morena di fondo, a contatto con la roccia; mentre i fianchi rimangono verticali per l'azione protettrice della lingua glaciale, contro l'azione meteorica assai intensa nell'alta montagna, che ha degradato le cime montuose emergenti dal ghiaccio.

Talora si notano più serie di *spalle* o *ripiani glaciali*, spesso smembrati fra loro, ma che rappresentano una serie di valli ad U, incastrate una dentro l'altra, per effetto dell'alternanza di erosione torrentizia e di modellamento glaciale, in relazione alle varie fasi glaciali e interglaciali del Quaternario, sopratutto alpino, lasciando da ultimo forme singolarmente complesse. La posizione di queste spalle sul fondo glaciale, raggiunge correntemente i 300 m., ma spesso, nelle valli maggiori, arriva ai 600 e 1000 m., come nei laghi subalpini italiani; tale era la potenza dei più grandi ghiacciai alpini quaternari.

Il profilo longitudinale *a gradinata* delle valli glaciali, con alternanza di salti in roccia e di ripiani, spesso occupati da conche lacustri o paludose, è dovuto alla accentuazione di preesistenti discontinuità nel profilo longitudinale torrentizio, per

il confluire di masse gelate, che sovraescavarono le conche, mentre si risollevavano e frantumavano in *seraccata*, diminuendo la loro pressione, nei salti di roccia, dovuti alla diversa natura ed erodibilità degli strati.

Come le spalle glaciali, coperte di prati fra la rovina delle rocciose cime sovrastanti e le boscose pareti sottostanti, sono da tempo immemorabile sfruttate dall'uomo per il pascolo, le colture e le sedi temporanee e permanenti, così i gradini di confluenza e i salti a gradinate delle valli glaciali, sono utilizzati sopratutto per produzione di energia idrica; le maggiori centrali elettriche, come già una volta i mulini e le segherie, trovandosi oggi ai piedi di questi salti rocciosi.

Una volta scomparsi definitivamente i ghiacciai quaternari, l'azione erosiva risaliente dei corsi d'acqua ha ripreso la sua attività, incidendo le soglie dei vari bacini e delle valli sospese, per raccordare il loro profilo al nuovo livello di base glaciale; mentre le conche e i fondo valle vennero colmati dai materiali fluvio-glaciali rimaneggiati e terrazzati. Così molte vallate alpine hanno addolcito oggi i loro versanti e regolarizzato il loro fondo valle, attenuando la primitiva morfologia glaciale.

Alla fine delle grandi vallate glaciali si hanno spesso dei bacini sovraescavati, occupati da grandi laghi submontani (laghi subalpini italiani, svizzeri ecc.) e dovuti ai ghiacciai ora scomparsi, che hanno approfondito il loro letto al di sotto del profilo d'equilibrio della valle precedente (prof. del L. di Garda m. — 281, sotto il livello del vicino Adriatico); talora invece lo hanno colmato di alluvioni, che si stendono pianeggianti fino nel cuore della massa montuosa (nelle Alpi ad es. il Vallese, la Valtellina, la Val d'Adige ecc.).

Tali conche lacustri prealpine non sono che la continuazione delle vallate alpine sovraescavate dalle lingue glaciali, dove verso il termine del ghiacciaio, per la grande massa e quantità di morena profonda, la lingua del ghiacciaio poteva raggiungere la massima potenza esaratrice. Essa poi si è manifestata sopratutto seguendo la direzione di evidenti fratture tettoniche, come in molti laghi prealpini (L. Maggiore, di Garda ecc.), che hanno facilitato l'ultraffondamento della valle.

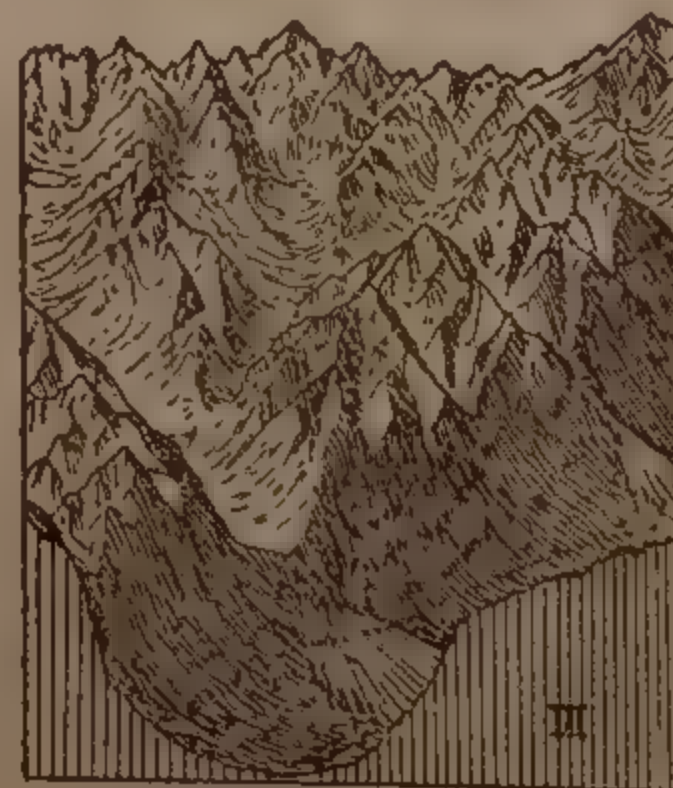



Fig. 120. — Evoluzione di una valle fluviale in valle glaciale.

Allo sbocco delle grandi vallate glaciali, come nel versante [illegible] delle Alpi od entro di esse, i materiali deposti dall'abrasione dei ghiacciai che le hanno plasmate, danno luogo a grandiose forme d'accumulazione, dette *complesso fluvio-glaciale*, rappresentate sopratutto dagli *anfiteatri*

Fig. 121. — Anfiteatri morenici d'Ivrea e del Garda.

morenici (ancor ben conservati da noi quello d'Ivrea e quello del Garda, il primo dei quali copre una superficie di 600 kmq. ed è l'esempio più completo che si trovi in Europa), a serie concentriche di colline, alte anche centinaia di metri (fig. 121); anfiteatri che degradano, attraverso ad un

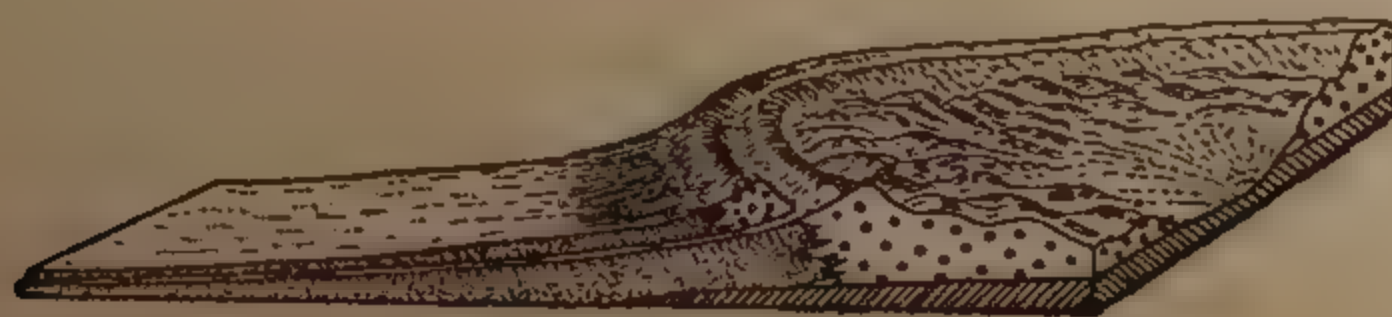



Fig. 122. — Complesso fluvio-glaciale.

piano inclinato di *conoide fluvio-glaciale* (fig. 122), a zone di dispersione di questi materiali, come sull'alta Pianura Padana e sull'Altipiano Svevo-bavarese, dove sono incise più serie di terrazze, a vari livelli, corrispondenti ad altrettante glaciazioni.

I *complessi fluvio-glaciali* quaternari, che su tutto il perimetro delle Alpi, si trovano allo sbocco delle maggiori vallate, sono dati, di solito, da un bacino più o meno approfondito o *bacino terminale* di un antico ghiacciaio quaternario, cosparso da piccoli dossi irregolari di morena di fondo sottoglaciale, abbandonati dal rapido ritiro del ghiacciaio (*drumlins*). Attorno al bacino terminale si elevano

poi una o più cerchie continue di morene terminali (*anfiteatri morenici*) a ripido versante interno e a dolce pendenza esterna, che si continua in una conoide fluvioglaciale, dovuta al rimaneggiamento del materiale morenico, per le acque stesse di scioglimento dei ghiacciai e quindi depositato in ciottoli e ghiaie, come nelle conoidi fluviali.

Le conoidi fluvio-glaciali, dilavate dalle acque e quindi percolate, [illegible] e rappresentano la zona di transizione con le alte pianure alluvionali, così nella Valle Padana, come sull'Altipiano Svevo-Bavarese. Tali conoidi e la regione sono terrazzate ed ogni serie di terrazze corrisponde ad una cerchia morenica [illegible]. Le terrazze superiori, con le corrispondenti morene, più antiche [illegible] gate, sono di solito cementate e ferretizzate, mentre le inferiori [illegible]. L'incisione torrentizia che ha scavato il terrazzo, corrisponde ad una fase interglaciale, posteriore a quella glaciale che ha depositato la morena frontale corrispondente. Le varie serie di terrazze rappresentano quindi le varie fasi di glaciazione quaternaria, che furono riscontrate in tre o quattro serie, così sul versante esterno, come in quello interno delle Alpi. (Penck e Brückner).

Le grandi calotte glaciali quaternarie, che si estesero sui continenti boreali fino alla Germania Centrale e ai Grandi Laghi americani, hanno lasciato, oltre ad estesi *archi morenici terminali,* anche una topografia confusa di dossi rocciosi arrotondati e lisciati detti *field* in Norvegia, alternati con cumoli di fanghiglia argillosa con grossi blocchi e ciottoli striati, chiamati *drumlins* in Irlanda e dovuti alla morena di fondo rimaneggiata dalle successive glaciazioni, insieme ad allineamenti di dighe ciottolose, aventi la stessa direzione dell'antica massa ghiacciata, detti *öesar* in Scandinavia, e ritenuti come depositi stratificati di torrenti sub-glaciali.

A testimonianza della maggiore estensione degli antichi ghiacciai, alpini o polari, si trovano spesso dei *massi erratici,* cioè dei blocchi enormi di rocce, la cui natura nulla ha a che vedere col terreno su cui posano. Così la granitica « Pierre du Tresor » dell'antico ghiacciaio del Rodano di 3400 mc, quella di Val Veni nell'alta Dora Baltea di 1800 mc, ecc. e molte altre anche assai innanzi nelle pianure e lontane dai rilievi montuosi da cui provengono.

CAP. XIX.

IDROGRAFIA CONTINENTALE

§ 108. — IDROGRAFIA SOTTERRANEA E SORGENTI. — Una parte delle acque che provengono dalle precipitazioni, in forma di pioggia, neve, grandine e rugiada, ritorna all'atmosfera per evaporazione, parte si perde nella idratazione delle rocce, parte viene assorbita dal terreno entrando nella circolazione sotterranea, parte scorre alla superficie ed alimenta i fiumi.

Non esiste una relazione costante fra queste varie porzioni dell'acqua precipitata, variando essa con le condizioni di clima, con la permeabilità del suolo, con la pendenza del rilievo ecc., cosicchè il rapporto dell'acqua superficiale, rispetto a quella piovuta, può oscillare da un minimo del 0,5%, come in alcune regioni aride desertiche, al 90% come nelle regioni montuose umide a terreni impermeabili, ma in genere tale rapporto è più forte durante l'inverno che d'estate.

La parte di acqua che penetra nel suolo va ad alimentare la circolazione sotterranea, che esiste anche nelle rocce più compatte e tenaci dove si osserva sempre uno stillicidio più o meno abbondante (*acqua di cava*) ma che è massima nelle rocce incoerenti, come le ghiaie, le brecce, le sabbie ecc. e nei materiali porosi, come i tufi, le pomici, le rocce eruttive ecc., che sono perfettamente *permeabili*. In questi terreni, detti di *imbibizione*, l'acqua penetra in tutti gli interstizi occupandone la cavità come in una spugna e disponendosi liberamente in una *falda aquifera* continua, che scorre verso le zone depresse con velocità varia, maggiore dove i materiali incoerenti sono più grossolani. Tale velocità è massima, verso le zone di maggiore richiamo d'acqua (*drenaggio*), come attorno ai pozzi dove vengono emunte, e dove si nota che il livello della falda aquifera sotterranea si deprime.

Fig. 123. — Schema di sorgente di acque freatiche.

Il caso più semplice di una falda aquifera continua è quello di terreni permeabili, sovrapposti a strati impermeabili (come nei lembi di calcari o arenarie fessurate sovra banchi di argilla nel nostro Appennino Settentrionale); oppure nei terreni alluvionali, dove l'acqua, assorbita dal terreno, giunge fino ai sottostanti strati impermeabili e si mantiene ad un livello, in ogni punto dipendente dalla pendenza e curvatura degli strati e dalla copia delle acque, variabile quindi colla stagione.

I pozzi comuni, poco profondi, attingono acqua da queste falde aquifere superficiali, che si dicono perciò *freatiche*. Se la falda d'acqua interseca in qualche punto la superficie del terreno, qui l'acqua sgorga alla superficie in una serie di *sorgenti* o *polle*, che sono di solito allineate lungo il sottoposto strato impermeabile (fig. 123).

Le alluvioni, più o meno grossolane, possono considerarsi come tutte inzuppate d'acqua, dovuta sia alle precipitazioni, sia alle infiltrazioni di acque fluviali, di irrigazioni ecc.; ma non essendo uniforme la grossezza e cementazione del materiale alluvionale, si determinano in seno alla falda aquifera stessa varie velocità di moto, in rapporto al diverso *cadente piezometrico*, cioè alla inclinazione assunta dalla superficie d'equilibrio della falda aquifera, e che è posto in evidenza dal livello aquifero raggiunto nei pozzi. Esso è in relazione inversa alla grossezza dei materiali, movendosi l'acqua più lentamente ed assumendo il cadente maggiore inclinazione, là dove i materiali sono più minuti e il moto delle acque più lento.

Essendo le vaste pianure alluvionali, come quella Padana, costituite da lenti soprapposte di materiale diverso, nella falda freatica si formano lentissime correnti fra loro giustaposte, con velocità che possono variare da m. 0,80 a m. 2,50

al giorno. Il *livello freatico* oscilla, durante l'anno, in relazione all'alimentazione idrica, meteorica o fluviale ma con un regime ritardato ed escursione tanto minore, quanto più la velocità di moto è lenta, per cui i pozzi possono dare acqua anche dopo lungo periodo di siccità. Le falde freatiche, hanno di solito temperature quasi costanti in confronto alla temperatura ambiente [illegible] que appaiono tepide d'inverno e fresche d'estate

Di solito la superficie della *falda freatica*, in una pianura alluvionale, ha una inclinazione minore di quella superficiale delle conoidi di deiezione dei fiumi, cosicchè dove le due superfici s'intersecano, l'acqua freatica risorge (*zona di*

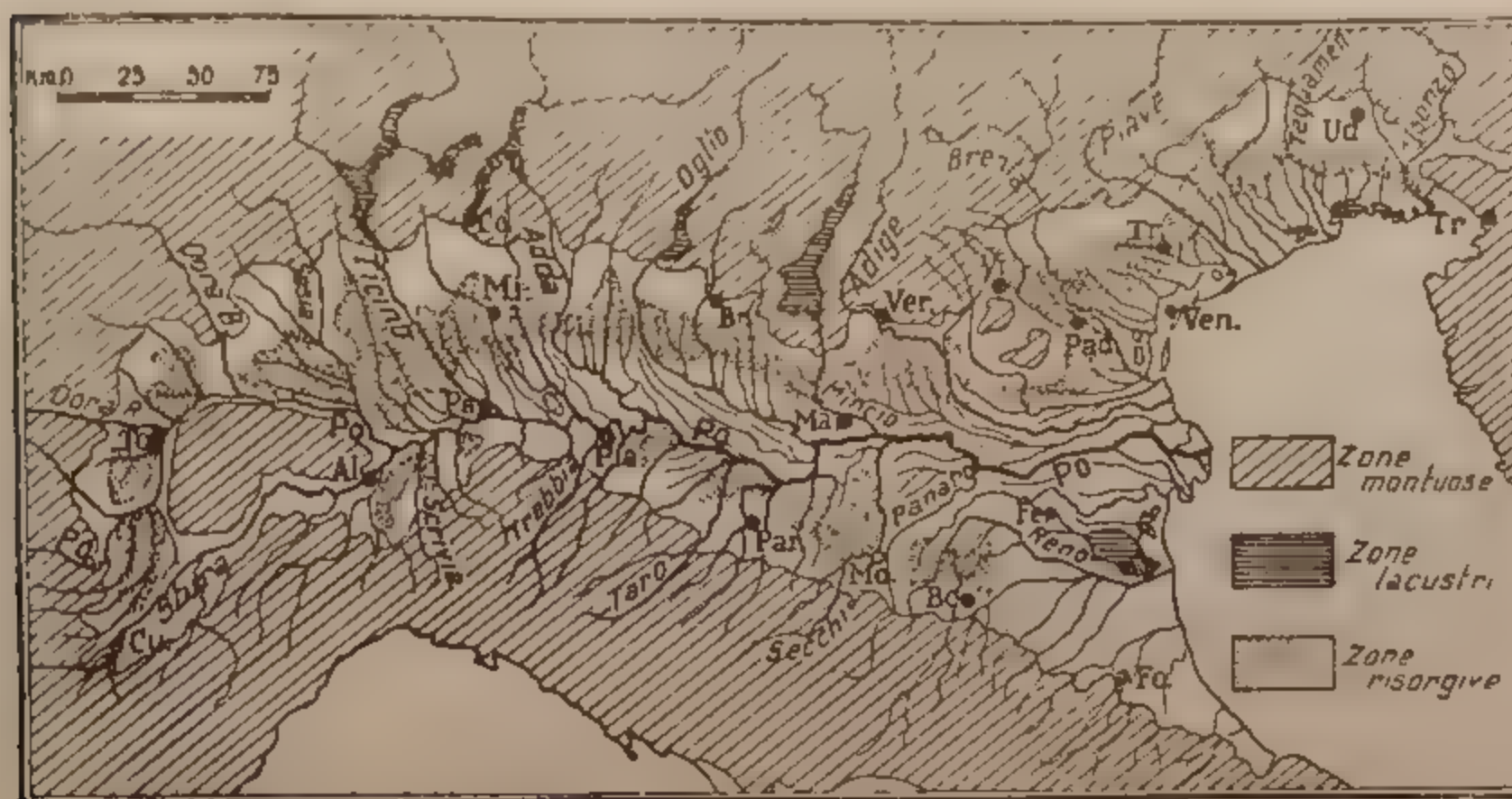



Fig. 124. — Zona delle « risorgive » nella Pianura Padana.

emergenza), dando luogo, come nelle pianure Padana e Veneta, fra l'alta e la bassa pianura, alla zona delle *risorgive* o dei *fontanili*, che circonda tutta la Valle padana, specie ai piedi delle Alpi ed ha grande importanza per le irrigazioni e le colture specializzate (fig. 124).

Se la massa dei materiali permeabili, percorsa dalle falde aquifere, è compresa fra due strati impermeabili inclinati, provenienti da lontane regioni e formanti conca, come avviene spesso nelle pianure alluvionali, quest'acqua, a *condotta forzata*, è sottoposta ad un *carico piezometrico;* per cui, attraverso le fessure del suolo o mediante pozzi trivellati nelle parti più depresse entro lo strato superiore impermeabile, essa vi si innalza, per il principio dei vasi comunicanti (*acque salienti*), e può anche zampillare all'esterno fino a notevole altezza. Si hanno così le *sorgenti* e i *pozzi* detti *artesiani* o *modenesi*, perchè propri della Contea di Artois in Francia, e conosciuti anche nel Modenese (fig. 125).

Queste *falde artesiane* possono avere diversi livelli aquiferi, a varia profondità a seconda della alternanza di strati permeabili ed impermeabili. Esse possono provenire dalle stesse falde freatiche superficiali, che si disperdono in profondità e che acquistano salienza tanto maggiore quanto più sono profonde (fin

oltre i 200 m. dal suolo). Esse per l'estesa massa di materiali imbevuti, costitui-scono enormi riserve d'acqua ed alimentano le irrigazioni, specie nelle zone [illegible] mentre per la loro pressione, giunte al mare, possono dar luogo anche a *sorgenti sottomarine.*

Le *oasi* sono zone dei deserti più depresse, dove le acque raccolte per infiltrazione dalle dune circostanti, od anche quelle artesiane provenienti da gran-

Fig. 125. — Schema di pozzo e sorgente artesiana.

dissime distanze, alimentano la vita ad alcune piante spontanee o coltivate, come nelle oasi di Gadames, di Cufra ecc., nella Tripolitania e le molte del Sahara algerino.

Nelle regioni montuose si hanno delle *sorgenti in roccia,* che alimentano i fiumi. Esse di solito sgorgano dal di sotto di detriti di falda o di frana assorbenti, oppure al contatto di strati poco permeabili, ma fessurati, con strati impermeabili, che sostengono la falda acquifera, di solito ad andamento irregolare, e che può essere alimentata anche da acque cadute oltre il bacino imbrifero superficiale, se gli strati si stendono anche al di fuori di esso. Tali sorgenti vengono a giorno all'affiorare dello strato impermeabile lungo la superficie topografica (*sorgenti d'affioramento*) e si hanno quindi spesso sul fondo delle valli, che hanno tagliato il rilievo (*sorgenti di valle*). La loro portata è tanto minore quanto più sono numerose e il loro regime varia col variare del livello della falda acquifera. Tali sorgenti hanno grande importanza per la localizzazione degli abitati in montagna, mentre hanno influenza regolatrice sui corsi d'acqua a cui danno origine.

Quando si tratta di terreni rocciosi fessurati, specie calcari con *permeabilità in grande,* le acque assorbite dalla superficie non formano una vera unica falda livellata, bensì circolano in un reticolato di acquedotti e di cavità orizzontali e verticali, pieni in tutto o in parte di acqua, a correnti libere o forzate, e raggiungono livelli diversi, velocità diverse e andamenti diversi, con la complessità di fenomeni, propria di tutte le regioni carsiche.

In genere, per gli studi recenti del Grund e del De Marchi, un massiccio di calcare fessurato deve considerarsi come un grande edificio di blocchi incoerenti,

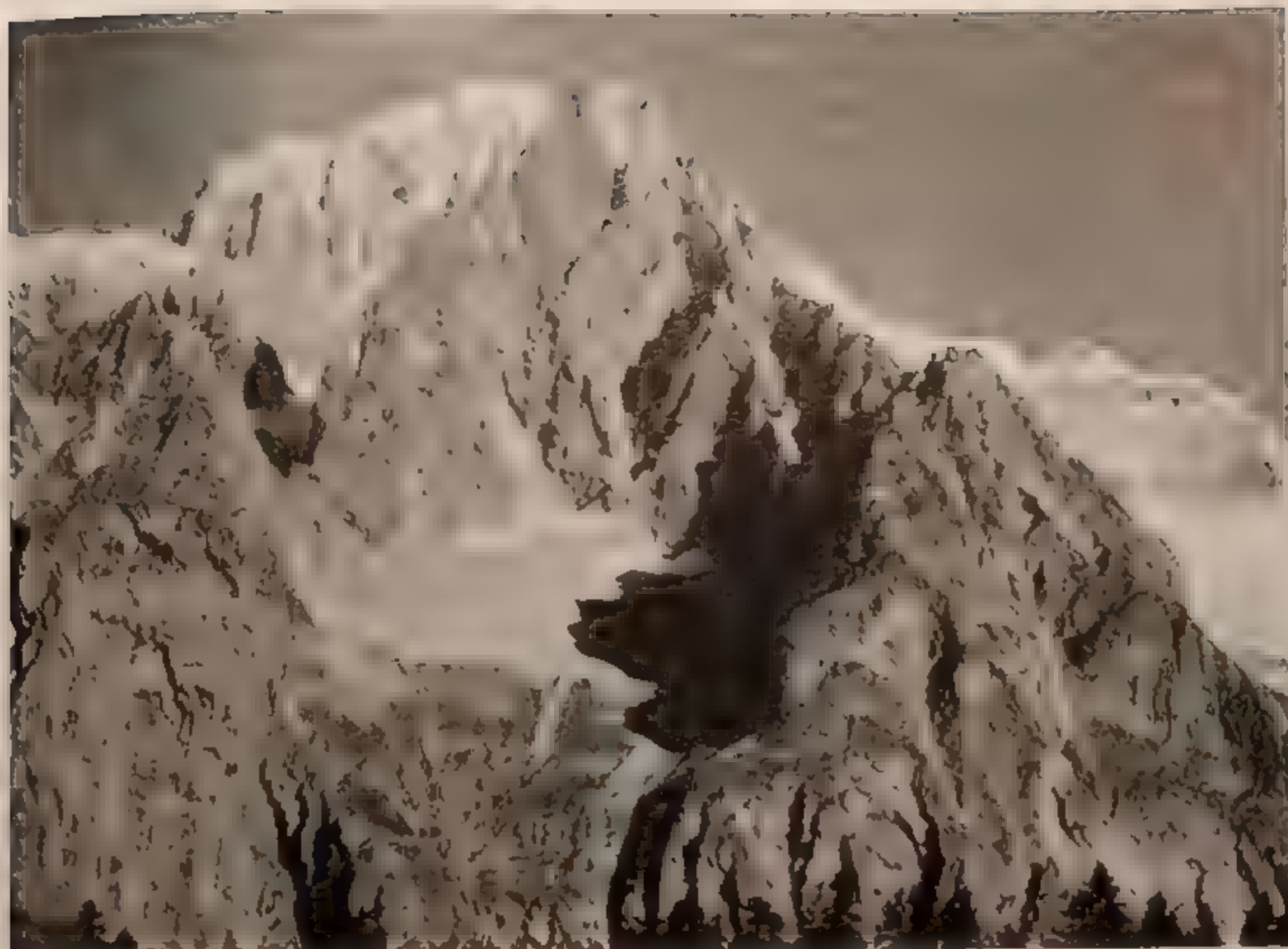



Fig. 21 - Circo glaciale nel Gruppo del M. Bianco in Val d'Aosta

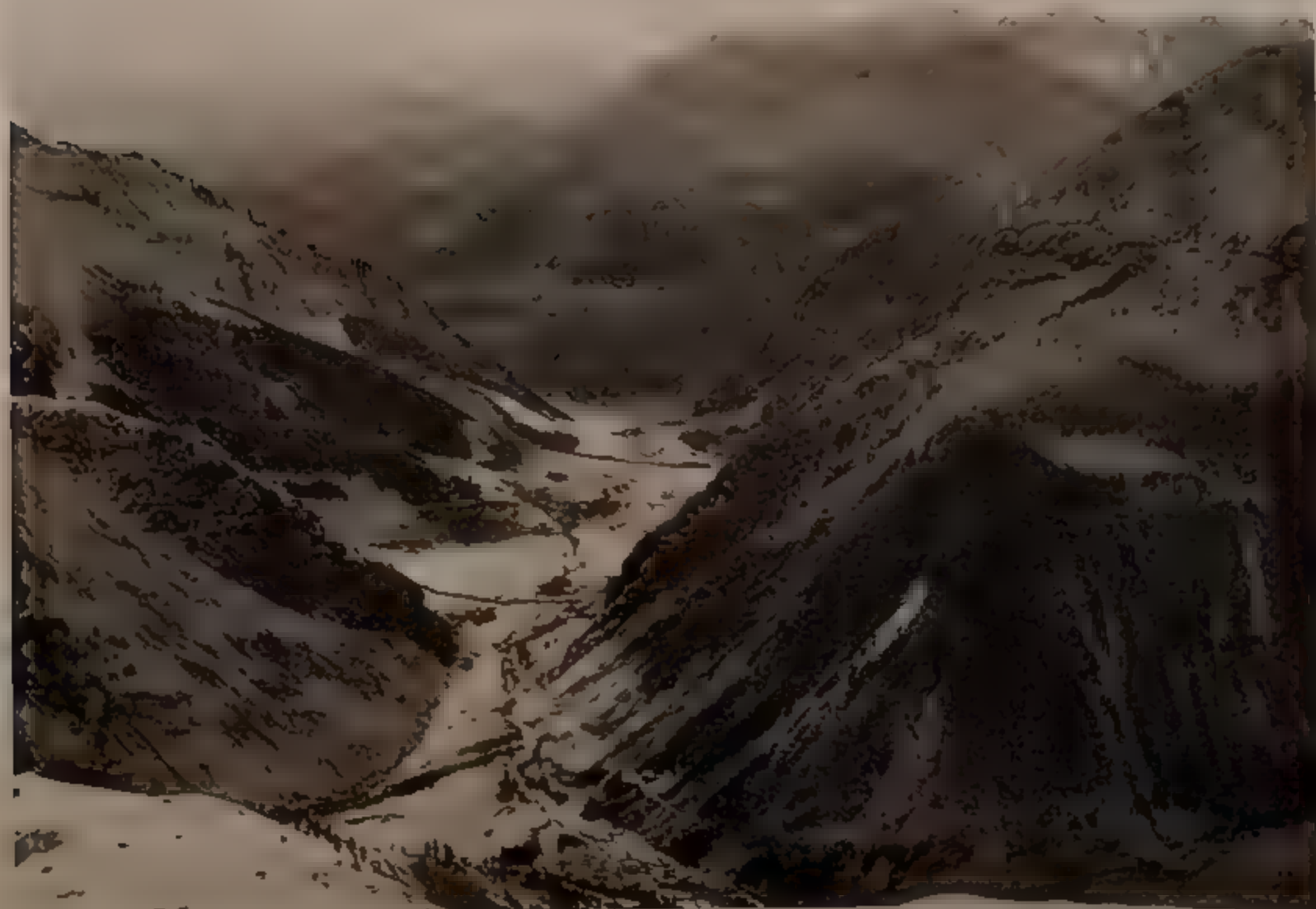



Fig. 22 - Alta Val d'Aosta di escavazione glaciale

Fig. 23 - Anfiteatro morenico del Garda

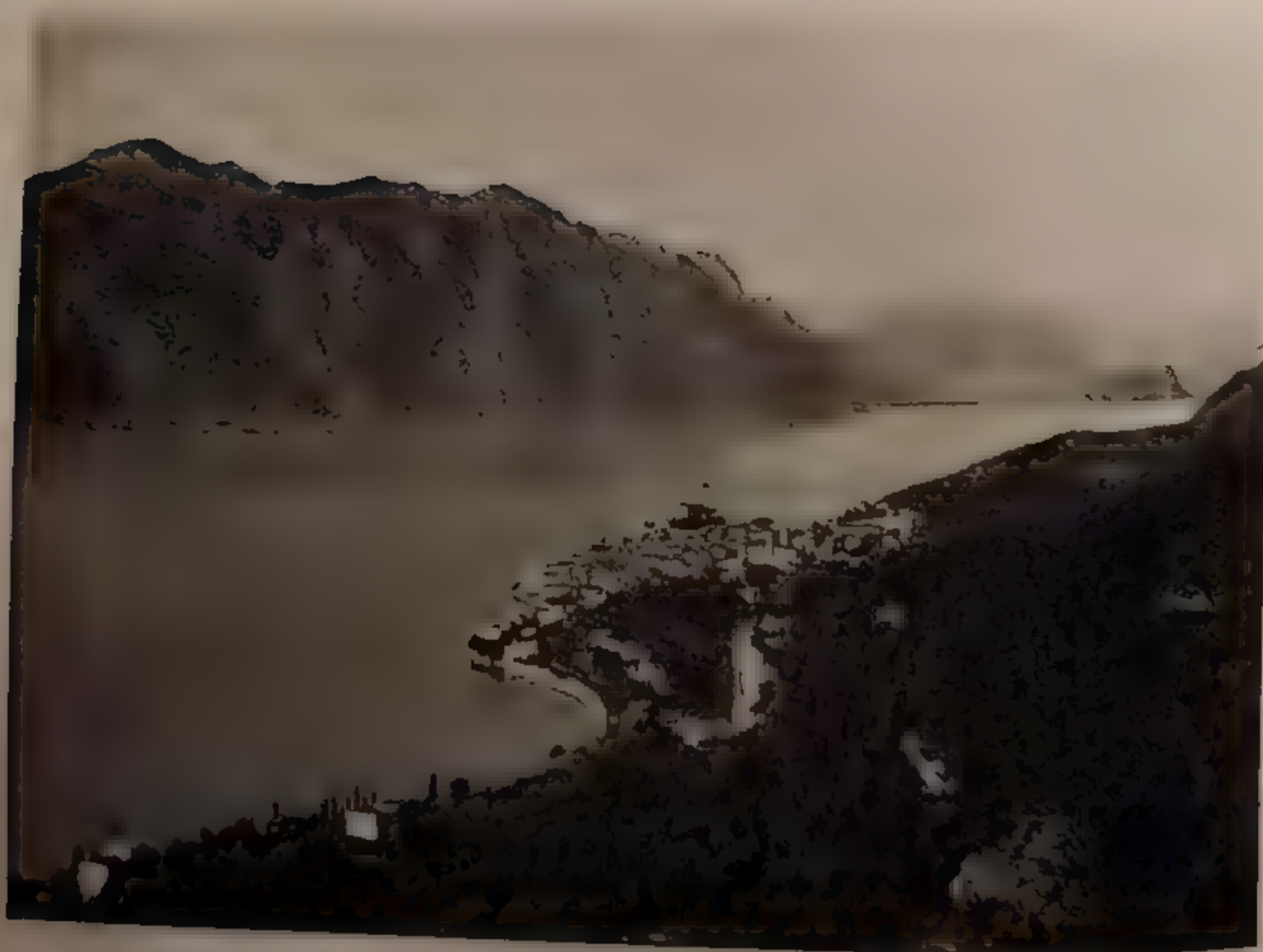



Fig. 24 - Parte superiore del L. di Garda di escavazione glaciale

imbevuti di acqua circolante, fino ad altezze variabili colla quantità delle precipitazioni (*acque freatiche*), con periodi di piena e di magra sotterranee, che presentano a differenza delle acque superficiali, ritardi, ed elevamenti nei punti di massima e di minima ed una maggiore durata di tali periodi, per i naturali ostacoli offerti al libero decorso delle acque. Quest'acqua tenderà ad uscire lateralmente, ma con maggior velocità e portata attraverso le fessure inferiori nelle quali la pressione idrostatica è maggiore.

Nei rilievi calcarei a circolazione carsica si possono distinguere tre zone idrografiche sotterranee: una *superiore d'assorbimento*, che dà luogo a sorgenti temporanee e piccole, anche intermittenti per sifone, e che rigurgita acqua, quando l'acqua profonda sale per eccesso di pioggie, nelle cavità della superficie (lago tem-

Fig. 126 — Schema di circolazione di acque profonde in un massiccio carsico.

poraneo di Circonio, presso Lubiana); la zona *intermedia* ha correnti d'acqua a pelo più o meno libero entro caverne e cunicoli, che smaltiscono le acque attraverso sorgenti più basse e più costanti, infine la terza zona *inferiore*, quasi sempre riempita d'acqua, forma il serbatoio permanente delle sorgenti carsiche; le quali sono perenni e si scaricano al livello di base dell'acqua profonda, a contatto di zone impermeabili o del mare (sorgenti sottomarine dell'Istria, della Dalmazia, della Puglia ecc.) (fig. 126).

Vi sono poi delle varietà di circolazione carsica, a seconda della natura geologica e tettonica dei massicci calcarei, della fessurazione delle masse rocciose, della provenienza delle acque carsiche ecc.

Il decorso e il regime della circolazione carsica può essere rivelato dall'immissione di sostanze speciali (fluorescina o sali di radio) nelle zone assorbenti; sostanze che si ritrovano, anche se diluite in enormi masse d'acqua, nelle sorgenti più in basso dei massicci carsici.

La circolazione idrica di tipo carsico è molto estesa sul Globo, essendo più o meno carsici tutti gli estesissimi depositi calcarei. In Italia sopratutto le Alpi e Prealpi Orientali calcaree e l'Appennino Centrale, hanno le maggiori sorgenti carsiche. Appartengono a questo tipo le sorgenti dell'Acqua Marcia, del Serino e del Sele, che alimentano gli acquedotti di Roma, di Napoli, delle Puglie ecc.

Le acque delle sorgenti, anche quando sono batteriologicamente pure e servono come bevanda (*acque potabili*), contengono sempre dei sali, sopratutto calcarei. Quelle carsiche e in genere quelle molto calcaree diconsi *dure* e non sono adatte per la cottura degli alimenti. Se invece provengono da rocce cristalline, scistose, arenacee ecc., sono poco cariche di sali (*leggere*) e sono ottime. Se contengono sali di solfato di sodio e magnesio (*saline*), carbonati e solfati di potassio (*alcaline*), di ferro (*ferruginose*) ecc., servono a scopi terapeutici e diconsi *minerali o medicamentose*.

§ 109. — Acque continentali, regime dei corsi di acqua. — Il corso d'acqua può avere origine da una o più sorgenti, ma di [illegible] mentato dalle acque di dilavamento, che cadono nel suo bacino imbrifero, e che sono a lui convogliate dagli affluenti.

Gli elementi idrologici di un corso d'acqua sono: la *portata*, il coef-*ficente di deflusso* e il *regime*.

a) Dicesi *portata* di un corso d'acqua il volume d'acqua, espresso in metri cubi, che attraversa, in un minuto secondo, una data sezione del suo alveo. Essa dipende: dalla *massa d'acqua*, in funzione con la quantità delle precipitazioni atmosferiche, con l'area e costituzione del bacino imbrifero e col tipo prevalente dell'alimentazione fluviale (acque di dilavamento, bacini lacustri, sorgenti ecc.), e dalla *velocità di deflusso*, che è a sua volta in rapporto con la forma, estensione e natura della sezione bagnata dell'alveo fluviale e col dislivello fra la superficie libera dalla corrente, a monte e a valle della sezione considerata.

La *velocità di deflusso* è diversa nei diversi punti della stessa sezione; in genere è più piccola verso le sponde e sul fondo, per l'attrito dei filetti d'acqua contro le asperità del terreno, dove questi assumono moti vorticosi e anche regressivi; il *filone*, o la zona di velocità piu grande, è un po' sotto alla superficie della corrente e in corrispondenza della maggiore profondità di essa. La velocità complessiva dell'acqua che attraversa una sezione data, si calcola con la media delle misure di velocità, ottenute col *mulinello idraulico*, su verticali stabilite attraverso la sezione.

La velocità e la massa di un corso d'acqua in una sezione stabilita, variano in rapporto fisso col variare dell'*altezza idrometrica* della corrente fluviale; la portata può essere quindi determinata in funzione di tale altezza; ciò che si ottiene con la lettura degli *idrometri*, od aste graduate poste lungo la sponda, il cui zero corrisponde di solito, al livello della minima magra conosciuta. Si usano anche gli *idrografi registratori*, che segnano il diagramma dell'altezza del pelo d'acqua nei vari momenti.

Per *modulo* di un fiume intendesi la sua portata media annua.

b) Il *coefficente di deflusso* è dato dal rapporto fra la portata del fiume, in una data sezione e in un dato periodo di tempo, e il totale delle precipitazioni meteoriche cadute nel suo bacino durante lo stesso periodo, a monte di quella sezione.

Tale valore è assai variabile da fiume a fiume e, per uno stesso fiume, nei vari tronchi del suo corso. Esso dipende massimamente dalla *quantità* e *forma delle precipitazioni* (pluviali o nevose); dalle *permeabilità* maggiore o minore dei terreni del bacino e quindi dalla costituzione geologica (il limite del bacino idrografico non coincide sempre con la linea spartiacque); dalla *evaporazione* e quindi dalla temperatura media e secchezza dell'aria nelle varie stagioni; dalla *pendenza* del bacino e quindi dalle rapidità di scolo delle acque dilavanti, che influisce sulla quantità della loro evaporazione ed infiltrazione entro il suolo; nonchè dalla *vegetazione*, la cui presenza o assenza determina differenze analoghe a quelle della permeabilità o impermeabilità del suolo.

Così nei tronchi superiori dei fiumi alpini a terreni cristallini impermeabili,

a temperature dell'aria assai basse, si possono avere coefficenti di deflusso che raggiungono anche il 90% dalle precipitazioni. Invece nei tronchi inferiori, in zone calcaree carsiche, o comunque fortemente permeabili, durante alte temperature estive, il coefficente di deflusso può scendere anche al 0,5%, come in alcuni fiumi del [illegible] mediterraneo meridionale. Si noti ancora che nelle pianure alluvionali, mentre in alcuni tronchi superiori del corso, l'acqua scompare nel sottosuolo assorbita da materiali grossolani, in altri più a valle, essa può rientrare nel letto fluviale per rigurgito delle acque freatiche. Così il Tagliamento, alla sua uscita sull'alta pianura friulana, ha un letto normalmente secco, mentre più a valle, torna ad essere ricco di acqua.

c) Per *regime* di un corso d'acqua s'intende la variazione della sua portata nei diversi periodi, giornalieri, mensili, stagionali, annui ecc.; ciò che ha grande importanza per determinare il tipo del corso d'acqua e la sua utilizzazione agricola od industriale.

Un corso d'acqua è in *piena* quando, dopo un periodo di piogge prolungate e abbondanti, ha aumenti notevoli e repentini, ma effimeri, di portata; in *magra* quando, per scarse precipitazioni, esso presenta, anche per lungo tempo, minime portate; *morbida* è la condizione di acque alte, assai duratura, ma che non raggiunge i caratteri della piena.

Dicesi *regime torrentizio* quello che risulta da variazioni brusche e forti delle portate, e prevale sull'alto bacino dei corsi d'acqua a notevole pendio, che favorisce un rapido scolo; *regime fluviale* è quello a portate costanti e variazioni lente, prevalenti nella parte bassa, alluvionale dei corsi d'acqua, dove l'infiltrazione nel sottosuolo è molto abbondante.

I fiumi, che sono alimentati da ghiacciai o da estese coperture nevose, hanno magre durante i mesi freddi, ma morbide prolungate nel periodo estivo di scioglimento.

I fiumi che attraversano laghi, espandendo in essi le loro piene, le ritardano e mantengono al corso d'acqua che ne esce un regime più costante.

Lo stesso si dica per quelli che attraversano terreni permeabili, i quali assorbono gli eccessi delle acque di piena, che poi restituiscono nei tempi di magra. Il contrario avviene per quelli che scorrono su terreni impermeabili, che hanno piene improvvise ed eccessive e magre altrettanto estreme e prolungate.

La copertura vegetale, rallentando lo scorrimento delle acque dilavanti, permettono a queste di infiltrarsi nel sottosuolo e attenuano così le piene dei corsi d'acqua, favorendo la costanza delle portate. Di qui l'importanza del rimboschimento sul regime idrico dei torrenti, per impedire piene improvvise e pericolose.

Il regime di un fiume dipende quindi, non solo dai periodi e dalla quantità di pioggia o neve caduta, ma della estensione, esposizione, conformazione, altitudine, permeabilità delle varie parti del suo bacino, dal clima, dalla presenza di ghiacciai e dalla vegetazione che lo ricopre ecc.

I *fiumi equatoriali*, a piogge regolari, hanno portate grandissime e costanti durante tutto l'anno (es. il Congo e il Rio delle Amazzoni). I *fiumi tropicali*

hanno un regime di piene imponenti, alternate con magre accentuate [illegible] gate (il Nilo massima mc. 7000, minima 500; il Gange 50.000 e 6 [illegible] come sono da alternate stagioni piovose ed asciutte. I fiumi delle [illegible] a piogge uniformi, come quelli dell'Europa Occidentale e C[illegible] gime più costante (Tamigi, Senna, Reno ecc.), con dei massimi a fine d'inverno, per lo scioglimento delle nevi Quelli delle *zone artiche*, come i fiumi Siberiani (Ob, Jenissei, Lena ecc.), risentono sopratutto dello sgelo con estese zone inondate, mentre d'inverno sono in magra e gelati. Nelle *alte montagne* delle latitudini medie, come le Alpi, l'abbondanza delle nevi produce morbide primaverili ed estive e magre accentuate in inverno. Nelle *zone subtropicali*, come nei paesi Mediterranei, i corsi d'acqua, irruenti d'inverno, si riducono a letti ciottolosi d'estate, come le *fiumare* dell'Italia Meridionale e della Sicilia.

Fig. 127 — Deflussi medi percentuali dal Taro, Adda e Po nei vari mesi dell'anno.

Ma uno stesso fiume può avere regime compensato, per il diverso andamento di portata dei suoi affluenti. Così gli affluenti di sinistra del Po, che discendono dalle Alpi, hanno un regime con morbide estive (Adda); mentre quelli di destra appenninici hanno un carattere irregolare con piene primaverili ed autunnali (Taro); cosicchè il regime del Po risente di ambedue i regimi dei suoi affluenti (fig. 127).

Secondo Woeikoff, la quantità d'acqua portata al mare da tutti i fiumi della Terra, salirebbe a 600 000 mc. al secondo. La maggiore portata media è quella del Rio delle Amazzoni con 100 000 mc. al secondo, segue il Congo con 60 000 il Rio della Plata con 40.000, il Niger e il Brahmaputra con 25.000, lo Zambesi con 22.000. In Europa il Volga ha 6.800 mc. al sec., il Po 1.680.

§ 110. — I LAGHI. — I laghi sono depressioni del suolo occupate dall'acqua e non in diretta comunicazione col mare. La loro superficie liquida (*specchio lacustre*) non ha un livello medio costante, come quella del mare, bensì è soggetta a variazioni, dovute all'apporto delle acque meteoriche o fluviali e in dipendenza con la forma e volume della depressione, con l'estensione del bacino imbrifero e col regime dei corsi d'acqua che vi immettono.

Generalmente i laghi sono alimentati da più corsi d'acqua che vi si versano (*immissari*) e si emungono, di regola, con un solo *emissario;* ma taluni hanno soltanto emissari sotterranei (*laghi carsici*) ed altri sono completamente senza emissari (*laghi chiusi*), cosicchè le loro acque sono eliminate solo per evaporazione del loro specchio liquido, con lenta ma pro-

gressiva concentrazione dei sali che sono disciolti nelle loro acque (*laghi salati*, p. es.: il Mar Morto in Palestina, il M. Caspio ecc.).

Molti dei laghi sono profondi e *permanenti;* altri poco profondi, variabili di forma e posizione dello specchio d'acqua con le stagioni e la diversa alimentazione idrica, alcuni sono *temporanei*, perchè scompaiono completamente durante la stagione secca. In genere, i laghi rappresentano un fenomeno transitorio nella evoluzione di un bacino idrografico. La loro scomparsa può avvenire o per eccesso di evaporazione, o per mancata alimentazione, o per colmaggio dovuto alle alluvioni degli immissari.

Il tipo e la forma dei bacini lacustri dipendono dalla loro origine, ma di solito essi hanno tutti *sponde* più o meno ripide, cui si appoggia una *piattaforma costiera*, più o meno estesa, e a cui segue una ripida *scarpata subacquea*, dovuta ai diversi livelli di acque alte e basse. Il *fondo lacustre* può essere piano ed uniforme, oppure scavato in fosse e bacini secondari.

Rispetto alla loro *origine*, i bacini lacustri possono classificarsi:

a) *Laghi tettonici* sono quelli racchiusi in una conca, determinatasi per movimenti epirogenetici od orogenetici della superficie terrestre. Di solito sono ristretti ed allungati, hanno profondità notevoli, anche al di sotto del livello del mare (*cripto depressioni*) e sponde ripide, se si trovano nelle grandi fosse di sprofondamento, come il L. Tanganica nell'Africa equatoriale (lung. km. 650, largh. km. 30-80, prof. m. 1435), oppure possono essere chiusi fra pieghe montuose e non sono di solito eccessivamente profondi, così il L. di Neuchâtel nel Giura Svizzero (prof. m. 153); possono essere anche senza sfocio al mare o il livello delle loro acque dipende solo dalle variazioni di clima (M. Morto, livello dello specchio d'acqua m. — 394, sotto quello del Mediterraneo, prof. m. 399).

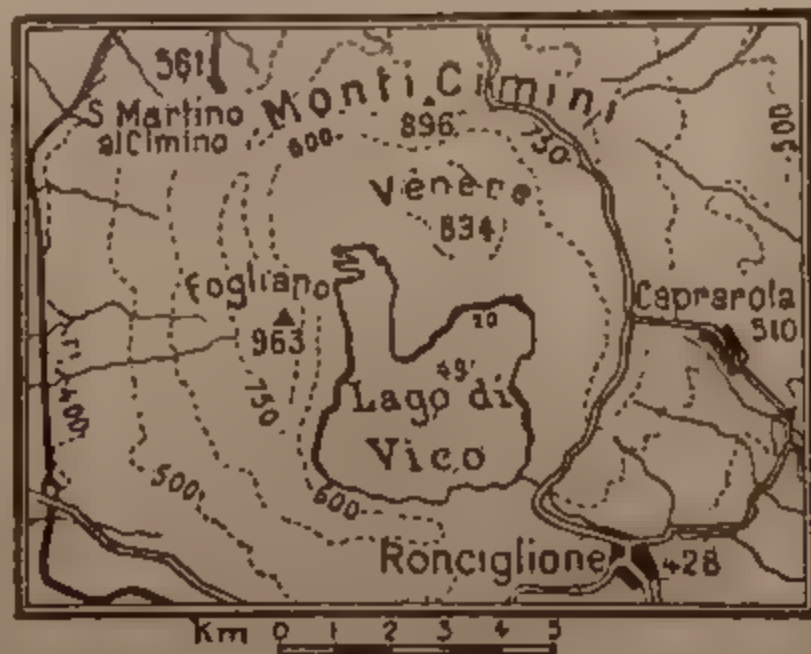



Fig. 128. — Lago craterico di Vico.

b) *Laghi carsici* si formano nelle depressioni chiuse delle zone calcaree (doline, uvale, polie ecc.). Son poco profondi, mancano di emissari superficiali possono essere alimentati per via sotterranea ed essere temporanei, prosciugandosi durante le prolungate siccità. (L. di Doberdò prof. m. 9, nel Carso Monfalconese, L. d'Arsa in Istria, prof. m. 3, ora in via di bonifica).

c) *Laghi craterici* occupano il cratere di antichi vulcani spenti, hanno forma circolare e si trovano sull'alto dei rilievi; hanno profondità diverse ma senza immissari (fig. 128). Il livello del loro specchio d'acqua varia solo per le dirette precipitazioni e per evaporazione. Tali i laghi laziali di Bracciano (prof. m. 160), Bolsena (prof. n. 146), Vico (prof. m. 49), Nemi (prof. m. 34), Albano (prof. m. 170).

d) *Laghi glaciali* sono comuni nelle zone montuose, già soggette alla glaciazione quaternaria. Di essi si distinguono: i *laghi di circo*, assai piccoli non molto profondi, numerosissimi (l'80% dei laghi alpini), che occupano il fondo di

una conca di un ghiacciaio di circo ora scomparso e dove lo specchio d'acqua è sostenuto dalla soglia rocciosa poco permeabile, attraverso la quale di solito si sca-ricano, mediante un emissario con cascata. Sono circondati da roccie arrotondate e lisciate o da materiali morenici; spesso sono [illegible] in serie anche lungo i valichi e le selle, (es. L. del Moncenisio, kmq. 1,3, prof. m. 31; L. di Misurina kmq. 0,131 prof. m. 18) hanno acque assai limpide che gelano

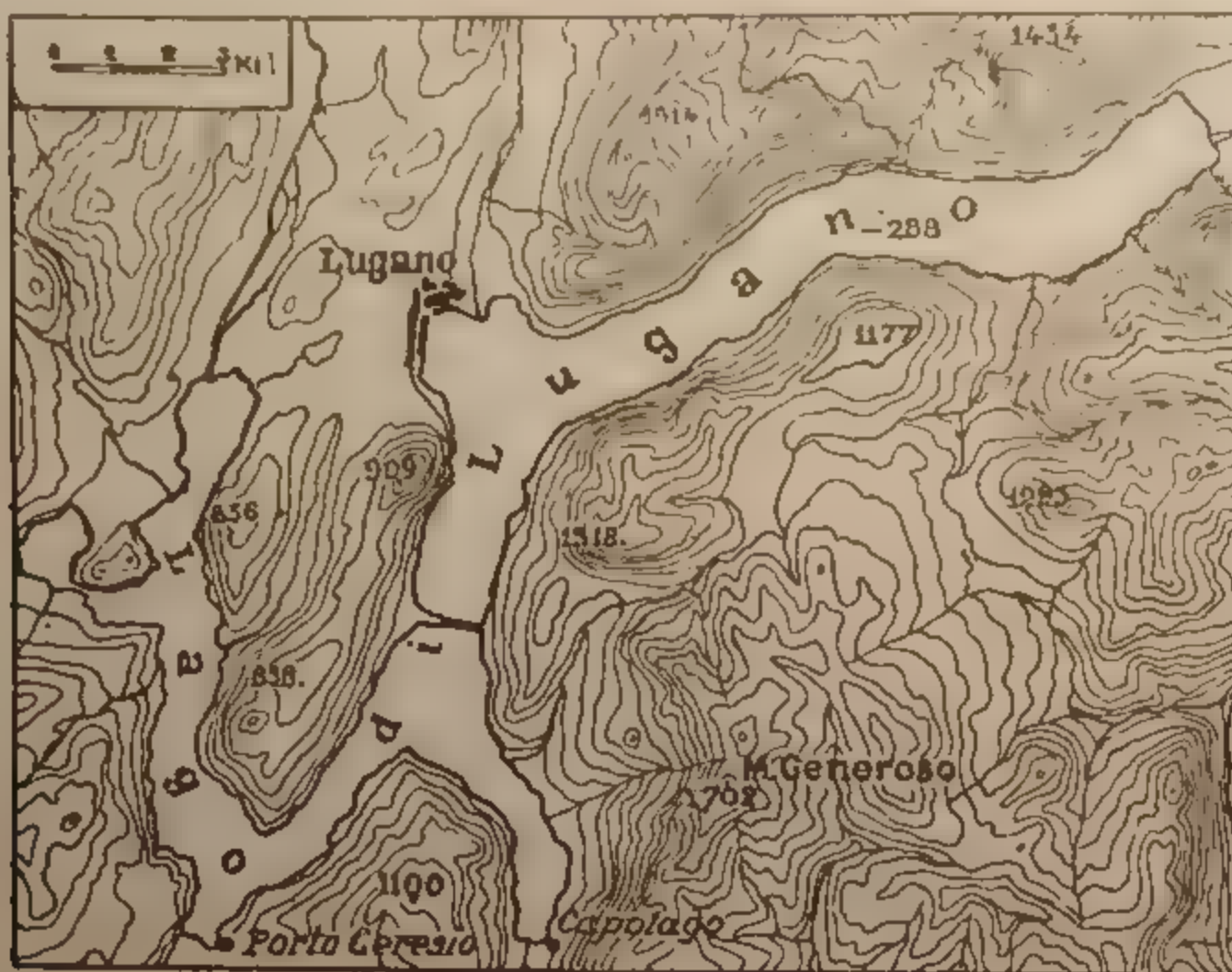



Fig. 129 — Lago vallivo di escavazione glaciale (L. di Lugano).

durante l'inverno. Nelle Alpi sono più numerosi fra i 2000-2500 m. Sono usati per riserva idrica a sfruttamento idroelettrico. Essi tendono lentamente a colmarsi e a trasformarsi in paludi o piani torbosi.

Sono *laghi vallivi*, quelli dovuti alla sovraescavazione del fondo di una valle glaciale quaternaria, per azione della lingua del ghiacciaio ora scomparso. Essi sono molto estesi, hanno forma allungata e diramata entro una valle (fig. 129), sono relativamente bassi sul livello del mare, ma si sprofondano anche al di sotto di esso (L. di Garda m. — 281 sotto il livello dell'Adriatico). La massima profondità è di solito al centro del lago, mentre alla estremità inferiore il fondo si rialza per la minore abrasione della lingua dell'antico ghiacciaio. Lo specchio d'acqua è qui spesso sostenuto dall'anfiteatro morenico (es. L. di Garda). I laghi vallivi rappresentano enormi riserve di acqua ed hanno grande valore per la regolarizzazione delle portate dell'emissario e per la irrigazione delle pianure a valle di essi. I maggiori fra questi sono i « Grandi Laghi » dell'America del Nord, quelli della regione alpina della Svizzera e quelli subalpini della regione lombarda.

Tutti questi grandi laghi tendono a colmarsi per apporto delle torbide degli affluenti. Le attuali pianure, all'origine dei laghi prealpini, sono spesso l'opera di colmaggio di bacini lacustri da parte dei fiumi. Così l'Adda ha separato il L. di Mezzola da quello di Como e la Toce il L. di Mergozzo dal L. Maggiore.

Si hanno ancora *laghi intermorenici*, compresi fra le cerchie di un anfiteatro morenico; sono poco profondi (L. di Varese kmq. 14,9, prof. m. 26) e tendono a colmarsi e trasformarsi in paludi torbose (torbiere dei laghi d'Iseo e di Garda).

Talora la lingua di ablazione di un ghiacciaio attuale può sbarrare una valle secondaria e sostenerne le acque a formare un *lago di sbarramento*, che però ha vita effimera ed alterna, in relazione agli spostamenti del ghiacciaio (L. di Märjelen, sul fianco del Gh. dell'Aletsch).

e) ***Laghi di sbarramento*** sono quelli dovuti ad un accumolo di materiale trasportato e che ha originato, a monte di esso, uno specchio d'acqua. Di solito sono poco profondi e tutti più o meno temporanei, per l'eliminazione dell'ostacolo.

Così i ***laghi di frana***, dovuti all'accumularsi dei materiali caduti dall'alto attraverso ad una valle e che hanno sbarrato il corso di un torrente. Molti sono di fondo-valle, poco profondi ed hanno vita temporanea sia per la rimozione dell'ostacolo da parte dell'emissario, sia per l'alluvionamento del fondo dovuto agli influenti. La loro formazione e scomparsa rientra facilmente nei tempi storici, come il L. di Alleghe, lungo l'alto Cordevole (Piave) formatosi nel 1771 (kmq 0,52) e già in via di progressiva riduzione.

Laghi alluvionali si trovano nelle zone pianeggianti, per il depositarsi di torbide fluviali impermeabili, fra le quali si forma uno specchio d'acqua assai esteso e poco profondo; quale il maggiore dei laghi della penisola italiana, il Lago Trasimeno, di kmq. 128 e profondo appena m. 6. Talaltra si trovano nelle anse abbandonate dei fiumi, come lungo il Reno, l'Adige, il Don, il Mississippi ecc.

I *laghi costieri* sono dovuti ad una serie di cordoni litorali sabbiosi, che impediscono alle acque interne di scendere al mare, così il L. di Massaciuccoli (kmq. 6.89) sul litorale viareggino, quelli di Bientina e di Fucecchio nel Valdarno inferiore, ora prosciugati ecc. Sono pochissimo profondi, talora in comunicazione col mare (L. di Lesina, kmq. 51.36, prof. m. 1.60) ed hanno allora acque salmastre e si trasformano presto in paludi o lagune.

Sono pure di sbarramento i *laghi artificiali*, che l'uomo crea con l'elevare una diga attraverso un corso d'acqua, per ottenere un bacino idrico, sia a scopo irrigatorio o per trarne forza motrice.

I laghi che superano i 50.000 kmq. sono sul Globo: il Caspio (436.000 kmq.), il L. Superiore (81.000), il L. Vittoria o Nyassa (70.000), l'Aral (65.000) l'Huron (62.000), il Michigan (58.000). In Europa il lago più esteso è il Ladoga (kmq. 18.000); nella regione alpina il L. Lemano o di Ginevra (kmq. 582), a cui seguono quelli di Costanza (kmq. 538), di Garda (kmq. 370), Maggiore (kmq. 212), di Como (kmq. 145), e dei Quattro Cantoni (kmq. 117).

§ III. — Fisica delle acque dei laghi. — *La composizione chimica* delle acque lacustri si diversifica da quella dei mari, per la mancanza, di solito, di salinità; ma essa può essere anche notevole, per la forte evaporazione, come in alcuni di quelli egiziani, e dipende dalla natura geologica del loro bacino di alimentazione. In genere le acque dei laghi delle Alpi Orientali sono ricche di carbonati, e quelle del L. del Moncenisio hanno tracce di anidride solforosa; clorurate (salmastre) sono le acque dei laghi costieri e solfatoclorurate quelle dei laghi vulcanici.

Il *colore* delle acque dei laghi è in relazione al colore della roccia di fondo (L. Rosso, per la roccia serpentinosa rossastra), delle rocce che vi si specchiano (L. Nero), delle alghe che vi si sviluppano (L. Verde), delle nevi che li circondano (L. Bianco), ma sopratutto alle torbide dei torrenti e alla profondità e composizione chimica della massa d'acqua. Il

colore si confronta con la *scala di Forel* di 10 termini, dal giallo all'azzurro, attraverso il verde. I laghi subalpini italiani sono famosi per il loro colore azzurro intenso, mentre i laghi svizzeri, tendono al color verde.

La *trasparenza* è in funzione della temperatura delle acque superficiali; ma sopratutto del materiale in sospensione. Nei laghi alpini è massima, durante le magre invernali; scarsa in quelli delle regioni calcaree, maggiore in quelli che mancano di immissari, come i laghi vulcanici.

La *temperatura* delle acque lacustri è in dipendenza della latitudine, dell'altezza e profondità del lago, del clima e della provenienza delle acque di alimentazione.

Essendo a 4° C. la densità massima dell'acqua dolce, si ha una ripartizione anormale della temperatura entro la massa delle acque lacustri. D'estate il riscaldamento è limitato agli strati superiori, mentre le acque profonde hanno una temperatura di circa 4°; in inverno le acque superficiali scendono verso 0° e possono anche gelare rimanendo alla superficie, perchè più leggere; mentre gli strati profondi mantengono la temperatura attorno a 4°. Così d'estate la superficie dei laghi è soggetta a variazioni termiche relativamente forti, che si fanno sentire fin oltre una decina di metri di profondità, dove si nota un brusco *salto di temperatura;* d'inverno invece, presso quella stessa profondità, abbiamo di solito una inversione della temperatura. I laghi rappresentano quindi una riserva di calore, di cui beneficiano le regioni circostanti. Questo spiega la dolcezza del clima delle località sulle rive dei grandi laghi subalpini, con sviluppo della vegetazione termofila (castagneti sul L. di Lucerna, vigneti sul L. di Ginevra, olivi sui laghi lombardi, cedri sul L. di Garda) e dei centri turistici lungo le loro sponde.

Il Forel ha distinto tre tipi di regime termico dei laghi: a) *regime tropicale*, con temperature sempre superiori a 4° C., nei laghi della zona calda o in quelli della zona temperata, molto profondi; b) *regime temperato*, nei laghi con superficie che raggiunge i 4° e può anche gelare, proprio dei laghi di clima continentale e delle montagne della zona temperata; c) *regime polare*, nei laghi con superficie quasi sempre inferiore a 4° e gelati la maggior parte dell'anno e di cui l'inversione di temperatura è la regola; stanno nelle alte montagne e nei climi freddi.

Rispetto al *moto delle acque*, i laghi hanno anzitutto un'azione depuratrice sulle acque degli influenti, per il decantarsi in essi dei materiali portati in sospensione; inoltre presentano instabilità di livello assai notevole, per l'accumularsi nel lago delle acque di piena dei suoi immissari, mentre escono gradatamente dall'emissario, nei periodi di piena decrescente. I laghi hanno quindi un'azione moderatrice e ritardatrice sulla portata dei corsi d'acqua che li attraversano, la quale sarà tanto maggiore, quanto è più grande la loro capacità, in rapporto alla superficie del bacino imbrifero (fig. 130).

I laghi equatoriali, come il L. Vittoria, dove non v'è periodo secco, hanno variazioni di livello relativamente piccole; ma i laghi tropicali, dove vi sono prolungati periodi secchi, come il L. Ciad nell'Africa tropicale, hanno variazioni no-

tevolissime di livello e superficie, tanto che non sono riconoscibili da una sta- [illegible]

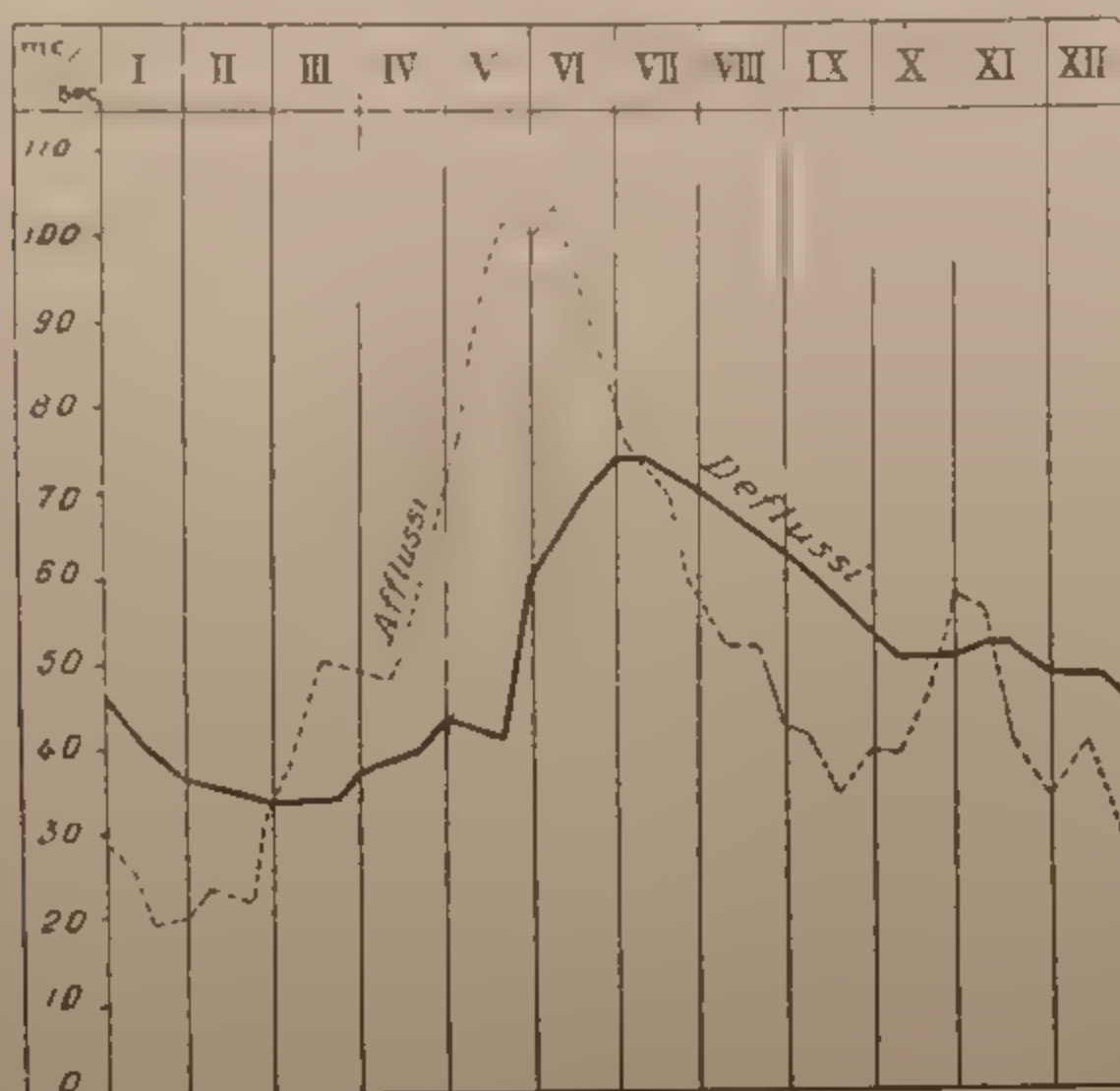



Fig. 130. — Valore medio degli afflussi e deflussi del L. di Garda nei vari mesi.

o di alta montagna, le alte acque sono in primavera ed estate allo sciogliersi delle nevi, e le basse d'inverno durante le precipitazioni nevose.

Nei nostri laghi subalpini, l'efflusso è circa una metà dell'afflusso e le variazioni di livello sono assai notevoli, specialmente con le piogge primaverili, mentre nei laghi svizzeri, le piene sono prevalentemente estivo-autunnali.

I laghi hanno un moto ondoso assai notevole, che agisce sulla morfologia delle loro sponde, mentre mancano di correnti, o sono poco forti, e di maree. Vi sono invece le *sesse*, cioè piccole oscillazioni periodiche della superficie del lago, contenute in pochi centimetri e solo in casi eccezionali con dislivelli di più metri (L. di Ginevra, Maggiore, di Garda ecc.).

Nelle oscillazioni delle *sesse*, le ampiezze e direzioni dell'onda sono diverse da punto a punto, i periodi variano con le dimensioni del bacino e le fasi sono uguali ed opposte per tutti i punti, attorno ad una linea nodale. Esse sembrano dovute a differenze di pressione atmosferica o ai venti, in aree diverse dello stesso lago, e l'onda che ne è generata si trasmette con velocità variabile e si smorza gradualmente per attrito.

Cap. XX.

LE COSTE

§ 112. - Morfologia costiera. — Dicesi *costa o litorale* la zona limite fra la terra ed il mare, quale risulta dalla intersezione della superficie marina col rilievo continentale, e che si estende fin dove giungono le massime maree e l'azione del moto ondoso. Tale zona è sottoposta all'attività modificatrice del mare, che tende a ridurre le sinuosità della costa, demolendo i promontori e i capi e colmando le insenature.

L'attività del mare lungo l'orlo delle terre emerse, come tutti gli altri agenti esogeni, si esplica con fenomeni di *demolizione*, di *trasporto* e di *sedimentazione*, per opera delle maree, delle correnti, ma sopratutto delle onde, che sono il massimo agente modificatore dei litorali. A tale attività del mare si dà il nome di *abrasione marina*, che comprende così la demolizione meccanica delle rocce costiere, come l'esportazione del materiale e la deposizione altrove.

Contrariamente a quanto si riteneva in passato, ricerche recenti hanno provato che l'azione meccanica del moto ondoso presso la costa — la quale in superficie e negli oceani aperti, durante le massime burrasche, può raggiungere pressioni di 10-30.000 atmosfere per mq. così da smuovere blocchi di 100 tonn. — in profondità può far sentire i suoi effetti meccanici, sia pure attenuati, fin oltre i 50 m. di profondità, e ciò tanto più, quanto il mare antistante al litorale è libero e profondo. Correnti marine con velocità capaci di trasportare sabbie per rotolamento sul fondo, furono riscontrate a profondità di oltre —500 m.

Lungo i litorali, i frangenti col loro moto di trasporto della massa d'acqua, demoliscono la roccia costiera, non solo con la loro pressione, ma anche per i materiali (ciottoli, ghiaie, arene) che lanciano contro la costa, già predisposta alla disgregazione dall'azione chimica dell'acqua salata, dalla eterogeneità della roccia, dagli interstrati, dalle fessure che l'attraversano ecc.; dando luogo ad *incisioni, sculture, nicchie, caverne, grotte, arcate, scogli* (come i « faraglioni » dell'I. di Capri), *pinnacoli, guglie* ecc., le cui forme e caratteristiche dipendono sopratutto dalla natura, tenacità e posizione degli strati; azione distruttiva che può giungere a staccare le punte dei promontori fino a trasformarli in isole (p. es. le isole della Palmaria, del Tino e del Tinetto, che in origine erano riunite al promontorio orientale del G. de La Spezia).

Lungo le *coste rocciose* di un mare a piccole maree, per il lancio continuo di sabbie e ciottoli, si scava un solco nella roccia a livello del mare, che si approfondisce sempre di più, scalzando alla base la parete rocciosa, la quale finisce col crollare e trasformarsi in *ripa* strapiombante, che si ritira più o meno rapidamente. Tale arretramento è di solito secolare, ma eccezionalmente può raggiungere anche qualche metro all'anno, come al C. Flamboroug in Inghilterra, nell'I. di Helgoland e nelle Scharps Island degli Stati Uniti.

I materiali caduti si accumulano alla base della ripa, a costituire una piattaforma o gradino sottomarino, che emerge nella bassa marea e fa da frangiflutto all'azione delle onde, limitando il successivo regresso della costa (fig. 131).

Sulle coste ad alte maree si formano due gradini, rispondenti ai livelli delle massime e minime maree e che emergono al momento del riflusso

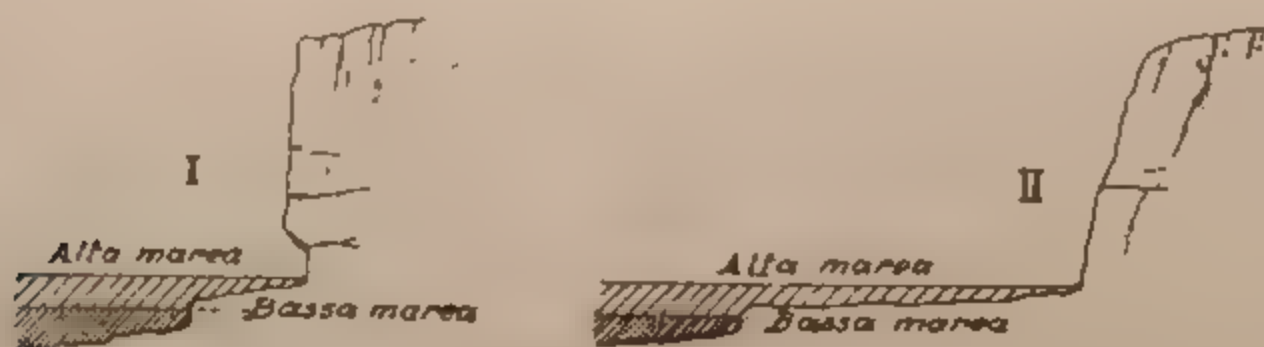



Fig. 131. — Schema di regresso di una costa alta o ripa.

Se poi la costa è soggetta a moti epirogenetici di emersione, si generano più serie di terrazzi sovrapposti, come sulle coste della Scozia, della Norvegia, della Calabria (i « piani » dell'Aspromonte) ecc.

Se la costa rocciosa è in fase di lenta immersione, più rapidamente il mare si avanzerà entro la terra, costruendo una piattaforma litorale molto ampia; ma se il litorale è in emersione, il suo moto di sollevamento può contrastare ed anche annullare l'azione distruttiva del mare. Quando su una costa abbiamo più livelli di *terrazzi marini*, paralleli fra loro e sovrapposti, ognuno di essi indica una fase di sosta nel sollevamento, nel qual tempo il mare si è costituita una piattaforma assai vasta, ogni scalino rappresenta invece una fase di rapido sollevamento. Ogni terrazzo marino è di solito collegato a dei corrispondenti *terrazzi vallivi*, lungo i corsi d'acqua che sfociano alla costa, i quali ebbero, volta a volta, come livello di base, i diversi livelli marini, che hanno inciso i terrazzi costieri.

Sui litorali sabbiosi o *spiagge*, prevale il fenomeno di trasporto e di sedimentazione dei materiali minuti e sciolti, che vi si accumulano, provenienti sia dalla abrasione delle vicine coste alte, sia dall'apporto delle alluvioni dei corsi d'acqua sfocianti al mare (ghiaie, sabbie, fanghiglie ecc.) e che il moto ondoso distribuisce lungo il litorale, colmando i dislivelli e uniformando le irregolarità della linea di costa.

Il frangente dell'onda, trasformando il moto oscillatorio in moto meccanico, acquista un'azione di trasporto sui materiali mobili del fondo marino, colà dove l'onda si rompe, ad una distanza quindi dalla linea dove l'onda batte la spiaggia (*battigia*), che varia colla profondità, inclinazione, natura e morfologia del fondo marino, con la forza del vento e lo stato del mare e coll'altezza dell'onda (teoricamente ad una profondità di 350 volte l'altezza dell'onda, praticamente fin oltre i — 100 m. di profondità).

Dei due moti del frangente, l'uno di ascesa, l'altro di discesa, a parità di grossezza del materiale, prevarrà quello d'accumolo verso terra, se il pendio della spiaggia è assai dolce e il mare tranquillo, quello di asporto verso il largo, se la pendenza del fondo è accentuata e il moto ondoso assai forte. I due moti poi,

contrastandosi e in parte compensandosi a vicenda, si annulleranno ad una cer[ta] distanza dalla linea di spiaggia, distanza che oscillerà, a volta a volta, [illegible] una posizione che fu detta *linea* o meglio *zona neutra* (Cornaglia), dove i mate-riali in sospensione o trascinamento sul fondo verranno [illegible] e ad [illegible]larsi, in ordine alla loro grossezza, i più grossolani verso terra, i più [illegible] ver[so] il largo.

L'accumulo dei materiali attorno alla zona neutra, col progresso di tempo, può dar luogo ad un dosso sottomarino o *banco sabbioso*, il quale può giungere fino ad emergere e formare un *cordone litorale o lido*, pa-rallelo alla costa e separante uno specchio d'acqua interno (*stagno co-stiero, laguna* ecc.), che può in seguito venire colmato dalle alluvioni dei fiumi e trasformato in terra ferma; mentre sul lido le brezze marine con la sabbia asciutta elevano delle *dune costiere*.

Se il moto ondoso non avviene normalmente al litorale, ma con un certo angolo d'incidenza, i frangenti nella loro conversione per paralleliz-zarsi alla costa, si spostano con moto a denti di sega, nella direzione del mare prevalente (*settore di traversia*), trascinando lungo la spiaggia, an-che per distanze molto notevoli, ciottoli, ghiaie, arene, fanghiglie ecc., che i corsi d'acqua depositano sul litorale, e che vengono ridotti a forme ap-piattite. Questo fenomeno detto della *trasmigrazione della sabbia*, tende a regolarizzare il profilo orizzontale della battigia, secondo una curva unita, detta *falcatura d'equilibrio*, caratteristica dei litorali sabbiosi, e che si ap-poggia, alle sue estremità, a due prominenze nel mare, siano esse naturali od artificiali, e che tende a rimanere invariata, finchè non vari la forza e direzione del moto ondoso o l'apporto delle torbide depositate dai fiumi sulle spiagge.

Tale moto ondoso incidente tende a scalzare e a spostare il materiale allu-vionale dalla zona battuta (*sopraflutto*), per depositarlo verso la parte più ripa-rata e tranquilla (*sottoflutto*), e regolarizzare così la falcatura d'equilibrio, oppure a formare delle dighe sabbiose piegate ad uncino, che s'inoltrano nel mare. Cos. il lido uncinato antistante a Messina e che ne ripara il porto, o i lunghi cordoni prominenti da qualche sperone, come sulle rive tedesche del M. Baltico.

Talvolta il moto ondoso prevalente, urtando contro uno ostacolo (costa alta, scogli, isole, moli ecc.) può essere riflesso e i frangenti, pur con lo stesso settore di traversia, possono accumulare le sabbie contemporaneamente in una direzione, come in una direzione opposta a formare dei cordoni sabbiosi, che spesso con-giungono gli isolotti costieri alla terra ferma, trasformandoli da isole in peni-sole (p. e. il Capo Argentario, nella Maremma Toscana).

La sedimentazione nel mare dei materiali minuti, trasportati in sospensione dalle correnti fluviali, viene favorita anche dalla salsedine del mare stesso, che agendo con azioni fisico-chimiche sullo stato colloidale dell'argilla disciolta nelle acque fluviali, ne favorisce la agglomerazione o flocculazione e la precipitazione, insieme alle sabbie più minute, in vicinanza delle foci fluviali, dove vi sono estese formazioni argillose a forma di *barra di foce*.

Per fenomeni analoghi si hanno, lungo le spiagge, incrostazioni calcaree, che formano talora un conglomerato relativamente potente presso il livello del mare, che include piccoli noduli di calcare pisolitico insieme a sabbie, ghiaie, gusci di molluschi ecc., e detto sulle coste toscane, *panchina*.

Anche i litorali presentano un ciclo evolutivo. I promontori delle coste rocciose, attaccati dal moto ondoso, vengono riducendosi, mentre si forma una piattaforma sottomarina, e i materiali strappati vengono accumulati dal moto ondoso nelle insenature contigue, a costituire *lidi e cordoni litorali*, con stagni e lagune interni (*stadio giovanile*). Colla completa abrasione degli scogli foranei e coll'estendersi della piattaforma costiera, si arresta la retrocessione delle coste alte, mentre le insenature vanno colmandosi colle alluvioni trasportate dai fiumi e i lidi vanno regolarizzandosi in una falcatura d'equilibrio (*stadio maturo*). Coste alte e basse contigue tendono a ridursi così su una linea pressochè uniforme (*stadio di senilità*). Questo ciclo compiuto può rinnovarsi collo spostamento del livello del mare; sia che emerga la piattaforma costiera a forma di terrazzo sporgente sul mare, dove si riprende il lavorio di abrasione (*ingressione*), sia che sprofondi tutta la costa, coll'insinuarsi del mare in tutte le depressioni (*trasgressione*), a rinnovare l'originaria sinuosità (fig. 132, da I a III).

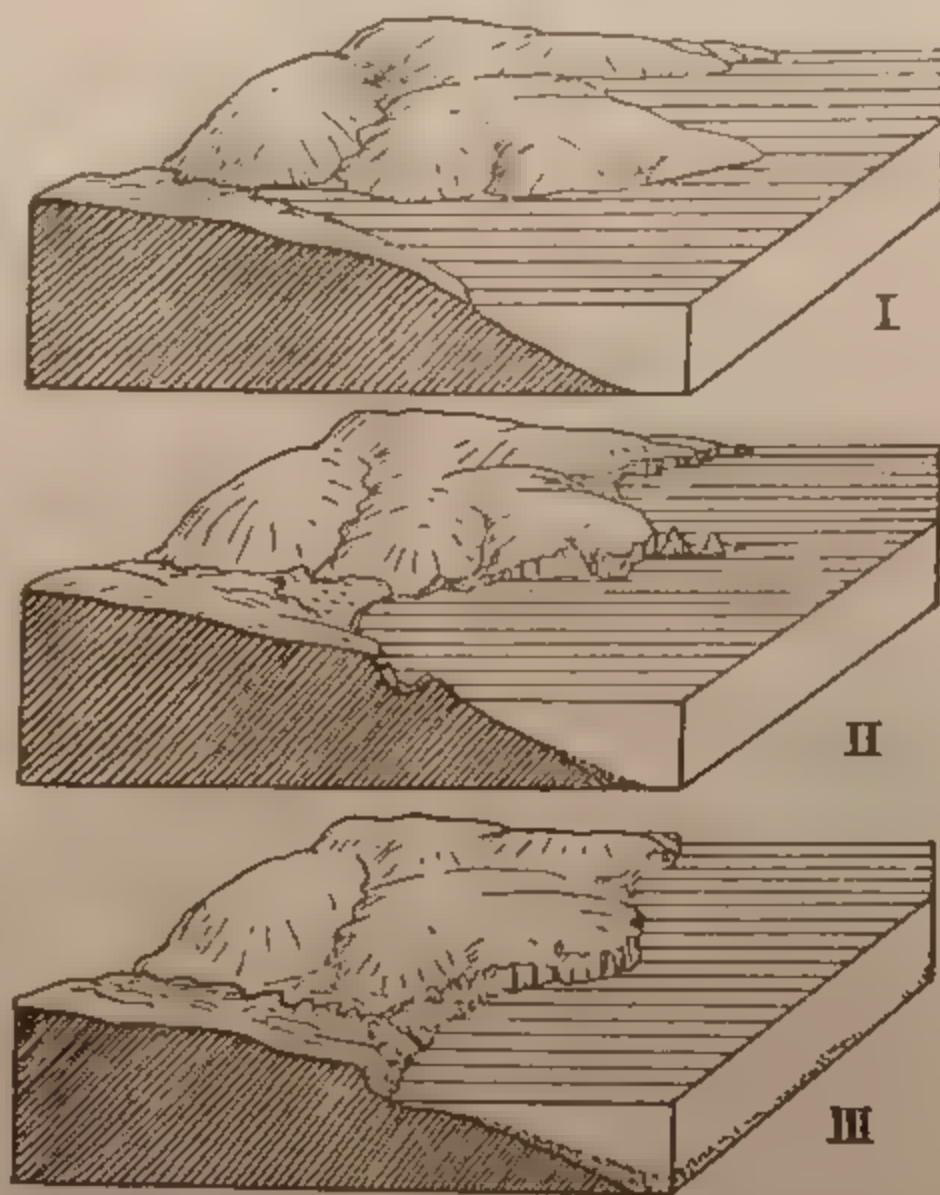



Fig. 132. — Schema dell'evoluzione normale di una costa.

§ 113. — Vari tipi di coste. — Secondo la loro morfologia e la loro genesi, i litorali si dividono essenzialmente in due gruppi: *coste alte* o *rocciose* e *spiagge basse* o *sabbiose;* nelle prime prevale l'azione demolitrice del mare, nelle seconde quella costruttrice di sedimentazione.

a) *Coste alte*. Queste possono essere di vari tipi, a seconda della struttura geologica del suolo, delle azioni che hanno presieduto alla loro formazione e del vario stadio del loro sviluppo, e sono *unite*, senza sporgenze e rientranze, o *articolate*, cioè frastagliate, in relazione alla natura della roccia, compatta ed omogenea nel primo caso, o a diverso grado di erodibilità nel secondo.

1) *Tipo bretone*. Sono le coste unite delle regioni ad alte maree e a catene montuose trasversali alla linea di costa, come in Bretagna, sulle coste inglesi, nel Brasile ecc., dove gli strati si offrono con le loro testate all'azione del mare, che battute in pieno, crollano con pareti a picco alte e continue, e quindi importuose, dette *ripe* o con termine francese *falesie*, con sottoposta piattaforma emergente a

bassa marea (fig. 131). Le ripe di solito regrediscono così rapidament
fili longitudinali dei corsi d'acqua che vi sboccano, non hanno tempo

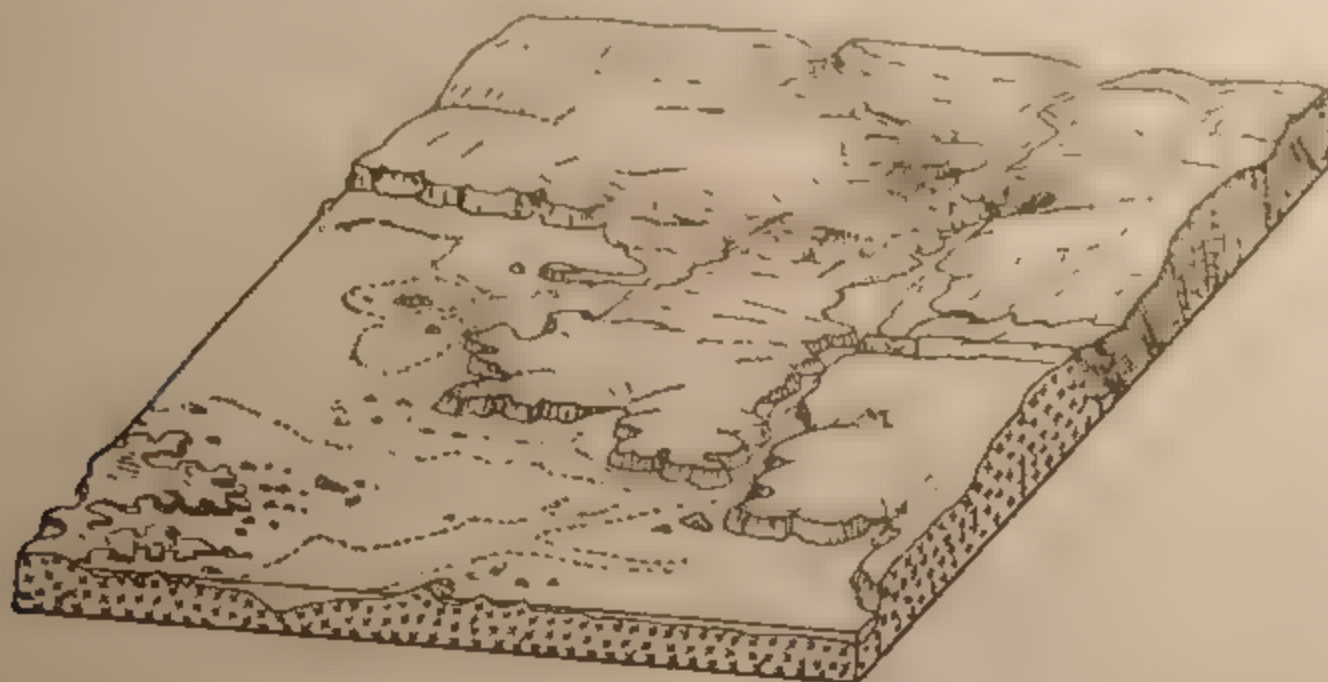



Fig. 133. — Costa a rias.

darsi al nuovo livello di base; cosicchè le valli rimangono sospese sul mare (*falaises* della Normandia).

2) *Tipo a rias.* Sono le coste articolate proprie della Galizia spagnola e della Liguria, dove la frequente alternanza di formazioni molto e poco erodibili determina la formazione di numerose insenature, cale, golfi, separati da promontori capi e punte, e nelle quali il mare ha invaso le valli perpendicolari alle coste, valli la cui prosecuzione si osserva anche sul fondo sottomarino. Questa forma, molto varia nei dettagli, con numerose isole, scogli e bassifondi costieri, è assai diffusa nei litorali rocciosi, come nella Corsica occidentale, nella Penisola Sorrentina, in Asia Minore, nella Cina Meridionale ecc. (fig. 133).

Fig. 134. — Costa di tipo dalmata.

3) *Tipo dalmata.* — In una regione a pieghe montuose longitudinali alla costa, come nella Dalmazia, il lento affondamento del continente o sollevamento del livello del mare, permette a questo d'invadere le depressioni per formare dei *canali* paralleli fra loro, o *valloni*, ramificati longitudinali (*bocche*), con profondità notevoli, coste ripide

imbocchi ristretti (come le Bocche di Cattaro), lasciando emergere le creste delle pieghe montuose, a forma di isole e scogli allineati, dando luogo ad una costa articolata assai portuosa (fig. 134).

4) *Tipo a fiordo.* — È proprio delle coste già sottoposte ad una intensa glaciazione di tipo groenlandico, in [illegible] il [illegible] di ghiaccio, quali quelle della Norvegia, della Svezia, dell'Islanda, dell'A[illegible], della Groenlandia, della Terra del Fuoco ecc. Questi ghiacciai quaternari hanno scavato golfi profondi ed allungati a pareti verticali a fondo assai largo, a tipo valle ad U, che si prosegue anche nella parte emersa, ma che va però rialzandosi in un gradino sottomarino verso il mare aperto, dove l'abrasione del ghiaccio veniva a cessare, per il galleggiamento del ghiaccio.

5) *Tipo a skjer.* — Si trova sulle coste rocciose ad alta latitudine della Finlandia, della Svezia, dell'Islanda, già coperte dalla grande calotta dei ghiacciai polari quaternari che giungeva fino al mare e che ha lisciato una serie di dossi depressi, lisciati, striati, levigati, i quali per la successiva invasione del mare, si sono trasformati in una miriade di isolotti e scogli con numerosissimi bassi fondi di difficile navigazione.

b) *Spiagge basse.* Sono dovute al depositarsi dei materiali sciolti, provenienti dalle vicine coste alte o trasportati dai fiumi entro golfi o baie, allo sbocco di larghe vallate o depressioni. Il carattere più comune è dato da una falcatura sabbiosa, uniforme, arcuata, generalmente coperta da dune, che si appoggia a due caposaldi rocciosi; e possono essere anch'esse unite od articolate, a seconda che la sedimentazione è continua ed uniforme, o interrotta e alternata da lagune, depressioni, passaggi ecc.

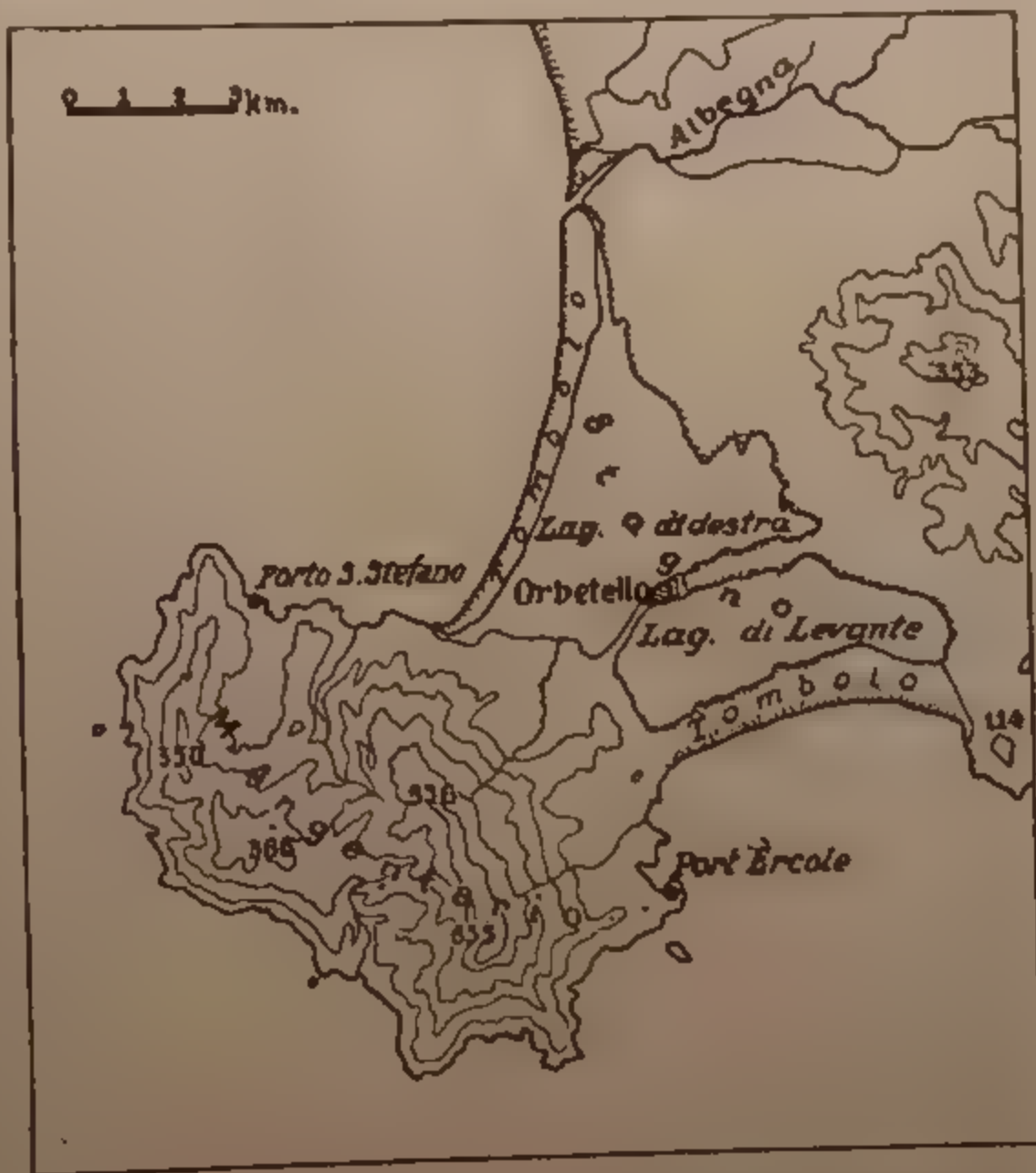



Fig. 135. — Promontorio del Monte Argentario.

1) *Tipo a lido.* — È la forma meno evoluta, più giovanile e più estesa che si conosca, così sulle coste mediterranee della Francia, sull'alto Adriatico, nel G. del Messico, sul G. di Guinea ecc. Il suo costituirsi è dovuto massimamente all'azione delle correnti marine o al moto ondoso prevalente, che fa emergere i banchi sottomarini, in un cordone sabbioso, antistante alla spiaggia. S'inizia con una diga di sabbia ad uncino (Messina),

che poi si prolunga in un *lido*, che si riattacca al promontorio vicino, racchiudendo una laguna. Talora si innesta ad un'isola costiera, che si trasforma in penisola mediante due o tre cordoni detti *tomboli*, che racchiudono una o più *lagune* o stagni, come al M. Argentario sulla costa toscana (fig. 135). Questo stagno primitivo rimane in permanenza (*laguna viva*), dove si hanno correnti di marea, come nell'alto Adriatico, che mantengono libere delle aperture sul lido (*porti*), attraverso le quali avviene lo scambio diuturno delle acque (Laguna Veneta), o altrimenti va interrandosi per le torbide fluviali (*laguna morta*), trasformandosi in laghi salsi (laghi di Lesina e Varano nel Gargano).

2) *Tipo a stagno*. Dove le maree mancano o sono piccole, come nel Mar Baltico o nel Tirreno, il cordone litorale è chiuso e separa uno specchio interno in cui sboccano i corsi d'acqua, che vanno colmando la depressione (*laguna morta*) fino a trasformarla in *palude* o *stagno*, spesso malarico (*valli* di Comacchio, *maremme* toscane, *haffen* delle coste baltiche ecc.), e che, per assestamento di materiali alluvionali, talora è al di sotto del livello del mare. Queste valli o paludi, bonificate dall'uomo — con la costruzione di canali di scolo, o per assorbimento meccanico delle acque con macchine idrovore (Valli ferraresi, Paludi Pontine) — oppure naturalmente colmate dalle alluvioni fluviali, si trasformano col tempo in fertili pianure (pianura Padana, Zuider Zee olandese ecc.).

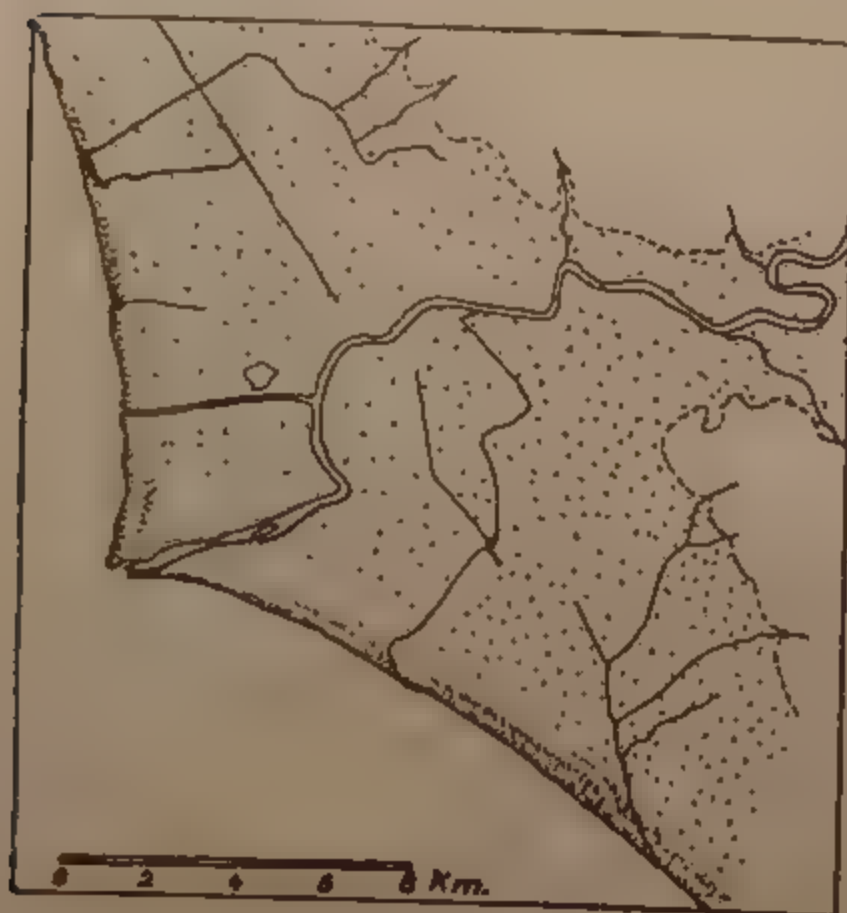



Fig. 136. — Delta del Tevere.

Fig. 137. — Delta del Po.

3) *Tipo a delta*. Quando i corsi d'acqua, colmati gli stagni, hanno raggiunto attraverso al lido il mare aperto, essi costruiscono con le loro torbide un cono di deiezione subacqueo, a forma triangolare (*delta*), più o meno esteso e ramificato, a seconda della quantità delle alluvioni apportate dai fiumi. I *delta* predominano nei mari interni e costieri a piccole maree (Nilo, Mississippi, Huang-ho ecc.); talora sono a forma *triangolare*, come quelli dell'Arno e del Tevere, quando l'attività di deposito è rapida e supera quella di abrasione del mare (fig. 136), tal'altra son ramificati, come nel Po, nel Nilo, nel Rodano, dove le due azioni press'a poco si equivalgono e fra le varie bocche, alternativamente attive, si racchiudono degli specchi d'acqua marina poco profondi (*sacche*) (fig. 137); infine

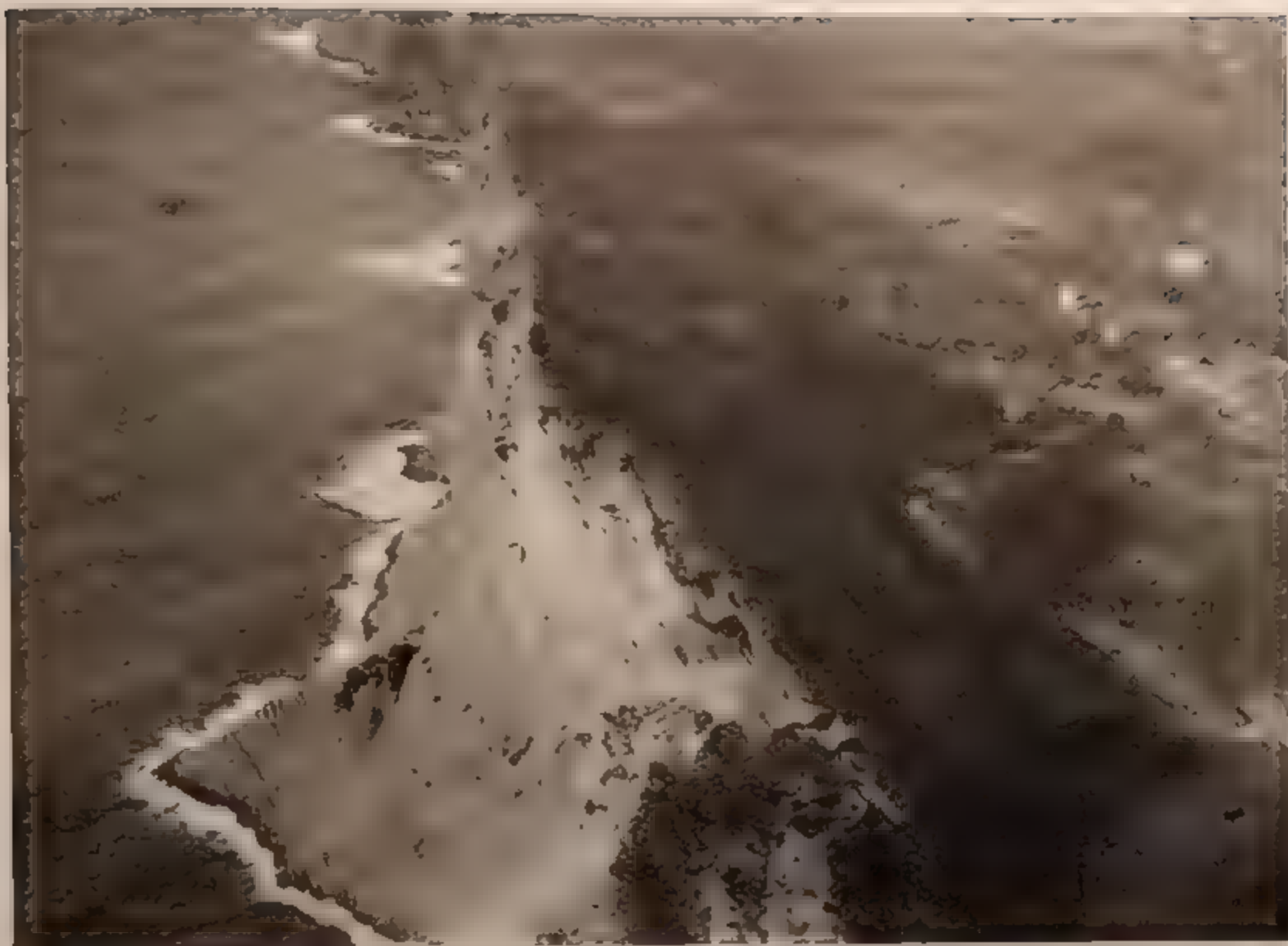



Fig. 25 - Costa alta rocciosa a falesia in Bretagna

Fig. 26 - Falcatura di costa bassa sabbiosa a Terracina

Fig. 27 - Foresta equatoriale nell'I. di Giava

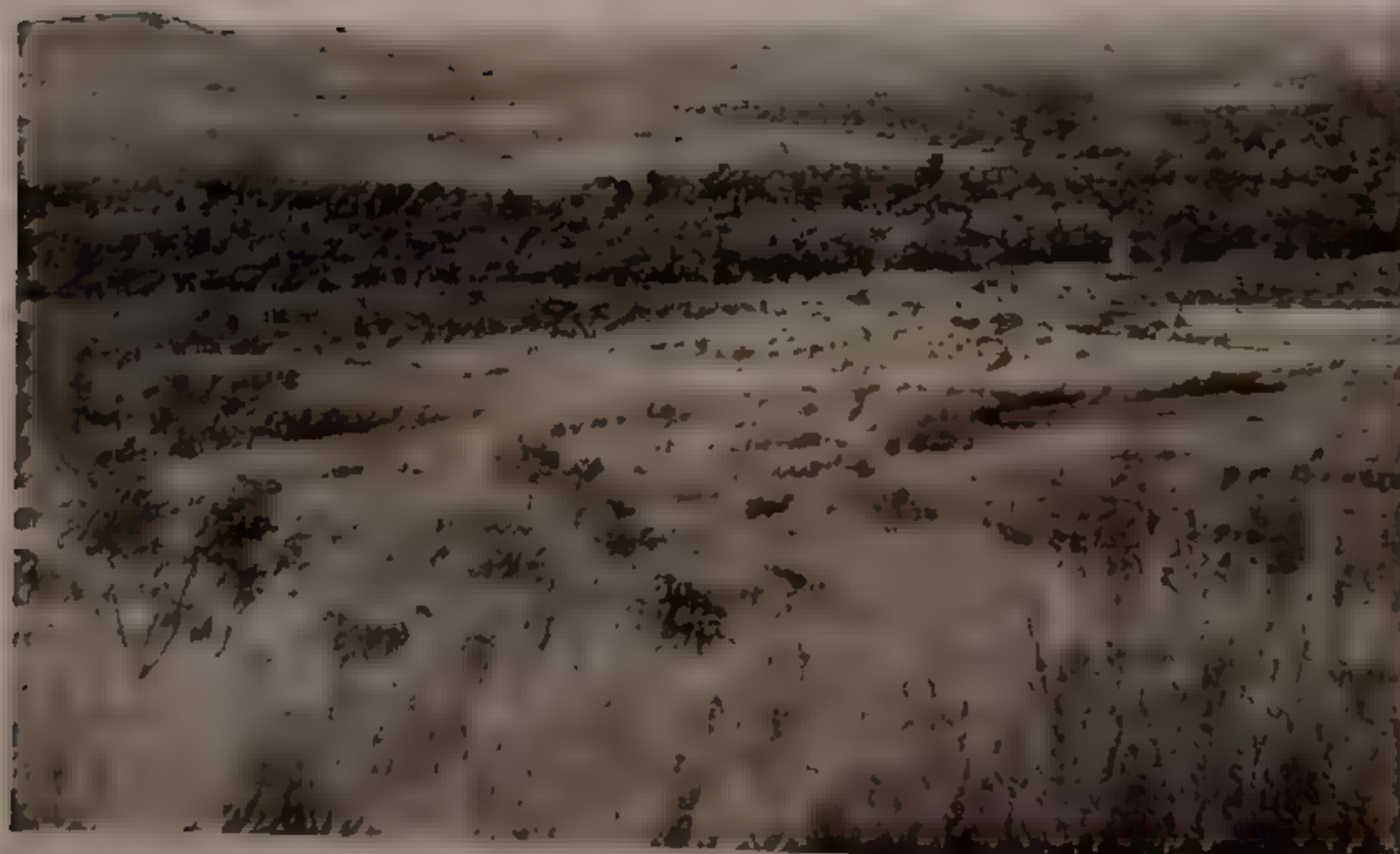



Fig. 28 - Savana tropicale e foresta a gallerie nell'Africa Orientale

atoriale nell'I. di Giava

possono essere *digitati*, come quello del Mississippì, quando il rapido avanzar delle foci fluviali non dà tempo alle correnti litorali e al moto ondoso di riunir con cordoni sabbiosi le digitazioni estreme, che rimangono fra loro divise da profonde insenature. Di solito v'è un rapporto costante fra la larghezza di base del delta e l'altezza del suo vertice

Le formazioni deltizie dei grandi fiumi sono rapide e potenti. Adria, porto di mare all'epoca d'Augusto, è ora a 35 km. dall'Adriatico, per l'espansione del delta del Po; il delta del Mississippì avanza ogni anno 65-70 m. nel G. del Messico. Lo spessore dei materiali deltizi è di m. 840 nel delta del Nilo, di m. 1100 in quello del Niger; tale enorme carico locale produce un lento costipamento e affondamento dei sedimenti, che altera l'equilibrio isostatico.

§ 114. — COSTE D'ORIGINE ORGANICA Nei mari tropicali, sulla piattaforma litorale, si sviluppano delle colonie di corallari o polipai (madrepore, fungie, coralli), che con la loro azione costruttrice e con i loro scheletri calcarei, talora insieme ad alghe calcaree (litotamni), briozoi e frustoli di essi cementati insieme, danno luogo a *banchi coralligeni*, i quali spesso sono coperti dall'alta marea ed emergono alla bassa.

Le condizioni per la formazione di queste colonie sono:

1°) una temperatura media annua dell'acqua del mare non inferiore ai 18°; si estendono quindi negli oceani intertropicali e nei mari interni assai caldi, come il M. Rosso, il Mar Caraibico, il M. Cinese Meridionale ecc.;

2°) una profondità massima fra — 30 — 80 m.; pur vivendo tali colonie anche al livello della bassa marea, una emersione e una sommersione oltre tali limiti determinano la morte delle colonie; si trovano perciò in vicinanza alle coste o attorno ad isole, di cui formano il perimetro;

3°) un imbasamento su roccia compatta, non alluvionale o argillosa, preferibilmente vulcanica, quasi sempre quindi attorno ad isole di tale natura;

4°) acqua salata mossa ed areata e non torbida per limo fluviale; si hanno quindi a distanza dalle foci dei fiumi.

Si formano così delle *isole, barriere* e *frangenti corallini*, i quali spesso poggiano su una base rocciosa molto profonda e presentano spessori molto notevoli di corallari morti, mentre l'estensione della formazione non supera la larghezza da 100 a 1000 m. Ciò fa pensare ad un lento abbassamento della regione, a cui corrisponde una crescita del polipaio in senso verticale, maggiore che in senso orizzontale, per mantenere la colonia nelle condizioni di vita (C. Darwin e Dana). Non sempre però si può riscontrare, come nel Pacifico, un abbassamento costante costiero, i banchi coralligeni possono quindi essersi sviluppati o su formazioni vulcaniche sottomarine, giunte alla profondità favorevole all'insediamento delle colonie coralligene, oppure su banchi sottomarini, che sono andati innalzandosi per l'accumularsi di sedimenti, fino a tale profondità limite (Murray).

I *frangenti coralligeni* (fig. 138, I) sono formazioni madreporiche addossate alle coste in via di sollevamento (Florida, Bahama ecc.) e formano una fascia litorale assai accidentata, che emerge nelle basse maree, e sulla quale si rompe l'onda Quando emergono dal mare perennemente, la colonia muore e i loro fru-

si di frantumati, insieme a polveri e sabbie calcaree, costituiscono un cordone litorale ed una spiaggia a sabbia calcarea. Essi si trovano sulle coste del M. Rosso, del Madagascar, nonchè attorno alle Is. Salomone, Nuove Ebridi, Havai ecc.

Le *barriere coralligene* (fig. 138, II) fanno da cintura, con una laguna interna, alle coste dei continenti e delle grandi isole tropicali, poggiano sulla piattaforma continentale in via di abbassamento, e rendono difficile l'accesso e l'approdo alla Nuova Caledonia, all'Australia occidentale, alla Somalia ecc. La barriera coralligena, sul litorale orientale dell'Australia, costituita da scogliere ed isole, presenta la lunghezza di quasi 2000 km.

Le *isole coralligene* (fig. 138, III), le cui costruzioni madreporiche si possono trovare ora elevate a più centinaia di metri s. m. (Is. Salomone, Nuove Ebridi ecc.), hanno spesso una forma tipica ad *atollo*, e costituiscono gran parte degli arcipelaghi della Micronesia, nel Pacifico sud-equatoriale. Gli atolli sono isolotti circolari, la cui cintura madreporica poggia sopra una cima montuosa conica, spesso d'origine vulcanica, e racchiude una laguna interna, più o meno comunicante col mare, a mezzo di canali. Alla diversa condizione di salsedine tra il bordo esterno della cintura, sul mare salato, e quello interno, in acqua più dolce della laguna, corrispondono colonie di generi e specie diverse, con caratteri e mescolanza di altri animali ed alghe marine viventi quasi in società con esse.

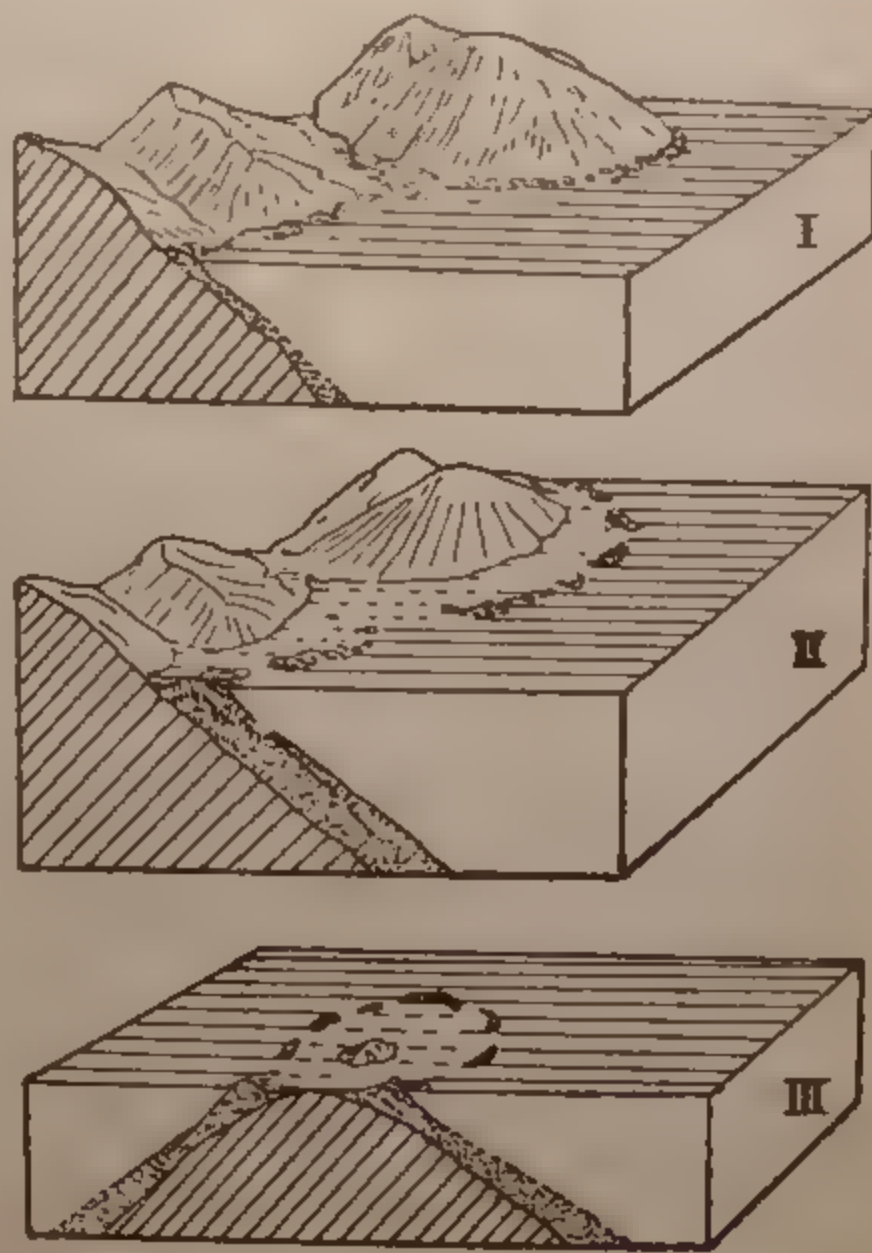



Fig. 138. — Vari tipi di coste coralligene.

Le formazioni coralligene aumentano continuamente e rapidamente di numero e di ampiezza; molti stretti e canali, che una volta erano navigabili, ora non lo sono più, per l'irregolare ma costante sviluppo di queste formazioni organiche. Le isole coralligene una volta emerse, così come i frangenti coralligeni, sono occupate dalla vegetazione tropicale, che le ricopre fino al livello delle basse maree, formando attorno ad esse una folta cintura di verde. L'uomo se ne serve spesso come base di rifornimento (carbone, petrolio ecc.) sulle grandi rotte degli oceani; oppure per lo sfruttamento degli enormi depositi di *guano*, ricchi giacimenti fosfatici di escrezioni fecali di uccelli migratori, che da secoli fanno di queste isole i loro punti di appoggio nella traversata degli oceani.

BIBLIOGRAFIA

L. De Marchi: *Trattato di Geografia fisica*. Milano, 1902.
H. Wagner: *Trattato di Geografia generale*. Vol. II. Torino, 1911.
G. Lespagnol: *L'évolution de la Terre et de l'Homme*. Paris, 1911.
S. Squinabol: *Geografia fisica e Geologia*. Livorno, 1922.
A. Philippson: *Grundzuge der allgemeinen Geographie*. Leipzig, 1924.
F. Vercelli: *Lezioni di Geografia fisica*. Trieste, 1927.
A. Hettner: *Vergleichende Länderkunde*. I u. II Bd. Leipzig, 1933.
E. De Martonne: *Traité de Géographie physique*. 5e ed., vol. II. Paris, [illegible]
L. Hugues: *Oceanografia*. Torino, 1901.
G. H. Darwin: *Le Maree*. Torino, 1905.
O. Krümmel: *Handbuch der Ozeanographie*. Stuttgart, 1907.
J. T. Jenkins: *A Textbook of Oceanography*. London, 1921.
J. Thoulet: *L'Oceanographie*. Paris, 1922.
C. Vallaux: *Géographie générale des Mers*. Paris, 1933.
G. Platania: *Nozioni di meteorologia e oceanografia*. Napoli, 1926.
J. Hann: *Handbuch der Klimatologie*. 3e Aufl., Stuttgart, 1930.
H. Hettner: *Die Klimate der Erde*. Leipzig, 1930.
L. De Marchi: *Climatologia*. 2a ed., Milano, 1932.
F. Vercelli: *L'Aria*. Torino, 1933.
A. Wegener: *La genèse des continents et des océans*. Paris, 1937.
F. Montessus de Ballore: *Les tremblement de terre*. Paris, 1906.
E. Rothé: *Le tremblement de terre*. Paris, 1932.
M. Baratta: *I terremoti in Italia*. Firenze, 1936.
G. Mercalli: *I vulcani attivi della Terra*. Milano, 1907.
A. Burgeat u. K. Sapper: *Die Vulcane*. Breslau, 1925.
W. M. Davis u. G. Braun: *Grundzüge der Physiogeographie*. Leipzig, 1911.
R. Salisbury: *Physiography*. London, 1919.
G. Rovereto: *Trattato di Geologia morfologica*. Milano, 1924.
S. Passarge: *Morphologie der Erdoberfläche*. Breslau, 1929.
P. Vinassa de Regny: *La Terra*. Torino, 1933.
E. A. Martel: *Nouveau Traité des Eaux souterraines*. Paris, 1921.
H. Hess: *Die Gletscher*. Braunschweig, 1904.
M. Pardé: *Fleuves et rivières*. Paris, 1933.
F. A. Forel: *Handbuch der Seenkunde*. Stuttgart, 1901.

PARTE TERZA

BIOGEOGRAFIA

CAP. XXI.

PRINCIPI DI BIOGEOGRAFIA

§ 115. — LA BIOGEOGRAFIA. — La *biogeografia* studia la distribuzione degli esseri viventi sulla superficie della Terra, nelle sue cause e nei suoi rapporti col mondo fisico ed umano.

Come le manifestazioni dei fenomeni inorganici e la loro distribuzione dipendono dalle leggi della fisica, così il tipo dei fatti biologici e la loro distribuzione sono legati alle condizioni generali della vita e ciò, sia che si tratti del mondo delle piante, che di quello degli animali; ma si può dire che i rapporti degli esseri viventi col mondo esterno diventano tanto più complessi, quanto più elevato è il posto da essi occupato nella scala biologica.

Invero le due leggi fondamentali della biologia rivelano questa complessa dipendenza tra esseri viventi e ambiente. Così la legge della continuità dello scambio fisico-chimico col mondo esterno (*nutrizione*), che tende a conservare la vita dell'individuo, determina i rapporti fra il mondo fisico e quello organico e dà luogo all'*adattamento* degli esseri all'ambiente in cui si sviluppano; anche la legge della moltiplicazione degli esseri viventi (*riproduzione*), che tende a mantenere in vita la specie, ne assicura l'espansione su aree sempre più vaste, ma è subordinata a particolari condizioni ambientali.

Attraverso allo scambio fisico-chimico della nutrizione, gli organismi assumono dal mondo esterno energie ed elementi da trasformare in forze vitali e in prodotti organici. Per la vita è necessaria una certa quantità di luce, calore, aria, acqua ed elementi minerali, che i singoli organismi assumono, direttamente o indirettamente, dall'ambiente che li circonda, presentando per ciò diversi adattamenti speciali, in relazione alle varie disponibilità di essi, e le manifestazioni della vita vengono a cessare, dove alcuni di questi manchino completamente.

Delle due forme di riproduzione, quella diretta per divisione cellulare, o *agamica*, facilita l'accrescimento rapido degli individui e favorisce la formazione

di colonie od associazioni chiuse (come per certe alghe marine o per le madrepore dei mari tropicali), ma non è favorevole alla dispersione geografica; l'altra per riproduzione *sessuata*, propria degli esseri superiori, è più complessa, più lenta e meno numerosa di nuovi individui, ma facilita invece la distribuzione della specie. Infatti la riproduzione sessuata dà luogo, per ogni specie, a forme successive diverse, (embrione, larva, essere perfetto), con trasformazioni più o meno rapide, ma con rapporti differenti con l'ambiente e quindi diverse possibilità di espansione, che si completano fra loro nei vari stadi. Così negli insetti, l'uovo, la larva, la farfalla, nei batraci l'uovo, il girino, la rana hanno ciascuno diversi modi di vita e di diffusione, e lo stesso, può dirsi per gli animali superiori, come per i pesci e gli stessi mammiferi, dove la fragilità dei nuovi esseri è compensata nell'un caso dal numero degli embrioni, nell'altro dalla protezione dei genitori.

Le piante presentano pure le stesse varietà di forme riproduttive, fino ad avere anche due generazioni alternanti, una sessuata e l'altra agamica, come nelle felci, a condizioni diverse di distribuzione geografica, mentre le piante superiori, che sono fisse al suolo, hanno in compenso forme embrionali molto mobili (frutta e semi), che vengono disperse col vento, con le correnti acquee, con gli animali, con l'uomo, per cui la loro possibilità di espansione è assai grande.

§ 116. — LA DISTRIBUZIONE DEGLI ESSERI VIVENTI. Ogni specie vegetale od animale ha una propria area d'espansione, dove essa trova le condizioni favorevoli al suo sviluppo (*stazione* od *habitat*). Queste zone non hanno però confini ben definiti, ma sono limitate da fascie o zone che presentano condizioni diverse d'ambiente, e nelle quali si mescolano e prendono poco per volta il sopravvento altre specie proprie di aree vicine (*zone contestate*).

Gli ostacoli alla espansione teoricamente illimitata delle specie vegetali od animali, possono essere di carattere fisico, biologico ed umano.

Gli ostacoli fisici sono costituiti dalle condizioni geografiche, climatiche e geologiche della stazione dove la specie si sviluppa. Anzitutto due ambienti sono antagonisti fra loro, l'ambiente *subaereo* e quello *acquatico*. Le piante superiori, che hanno bisogno della luce per compiere la funzione clorofilliana e fissare con essa il carbonio dell'atmosfera, trovano un impedimento assoluto alla loro espansione nell'oscurità delle profondità marine e delle caverne; gli animali con respirazione polmonare non possono vivere immersi nell'acqua e viceversa (gli anfibi sono animali che solo temporaneamente possono vivere in uno o in un altro mezzo).

L'acqua, è un elemento indispensabile per la vita vegetale e animale, e dove essa manca od è in quantità inferiore ad un certo limite, come nei deserti, viene meno qualsiasi forma di vita. Anche il calore è necessario agli organismi; dove si hanno ghiacci o nevi perpetue, come ai poli o sulle alte cime montuose manca la vita vegetale ed animale. Le stesse temperature e precipitazioni stagionali possono eliminare piante di altre zone climatiche; la natura del suolo, favorevole a speciali piante, limita invece l'espansione di altre specie.

Il mondo animale è legato poi, per l'alimentazione, a quello vegetale, giacchè gli animali assumono il carbonio, necessario al proprio organismo, alimentandosi delle piante, che sole possono fissarlo dall'atmosfera con la funzione clorofilliana, soltanto quindi dove vi sono piante, oppure residui organici (come nelle profondità marine o nelle caverne), si trovano animali.

Anche il mondo biologico stesso può limitare l'espansione di determinate specie viventi; così per esempio, l'assenza di un insetto impollinatore, può impedire la riproduzione di certe piante e limitare la loro area di sviluppo; certe piante ombrose impediscono l'estendersi di altre amanti della luce; gli animali arboricoli, come le scimmie, possono occupare solo le aree boschive; quelli carnivori occupano le zone di certi erbivori di cui si nutrono, e via di seguito.

L'uomo poi, per le sue necessità vitali, riduce l'estensione di certe specie animali e vegetali, favorisce l'espansione di altre, che prendono il sopravvento.

Per tutte queste cause, si nota una discontinuità nelle aree occupate dal mondo vegetale ed animale sulle terre emerse, invece nei mari, per la contiguità e uniformità del mezzo acqueo, la vita animale è più egualmente distribuita. Si ha così sulla superficie terrestre il fenomeno dell'*endemismo*, cioè della limitazione ed isolamento delle aree di sviluppo di particolari specie, fenomeno che appare particolarmente nelle isole lontane dai continenti e nelle vallate chiuse da alte catene montuose, dove di solito le specie endemiche tendono a rarefarsi, a regredire o a formare tipi varianti dalla comune specie originaria.

La diversa distribuzione delle terre e dei mari e le variazioni climatiche delle epoche geologiche passate possono spiegare la permanenza di alcune specie comuni in territori oggi separati fra loro. Così le isole ora staccate da un continente al quale già erano unite, conservano spesso la stessa flora e fauna che il continente aveva prima del distacco e che oggi esso ha perduto. Per esempio il marsupiale (canguro) dell'Australia, è simile a quelli che si trovano fossili nel Continente Asiatico, di cui l'Australia faceva parte prima del Cretacico, la flora e la fauna del Madagascar hanno caratteri similari non a quelle della vicina Africa, bensì a quelle della penisola del Deccàn, da cui fu staccato nel Terziario. Invece le isole sorte in mezzo agli oceani, quali le isole vulcaniche e gli atolli, hanno generalmente una flora endemica molto scarsa di specie, per l'ostacolo assai efficace del mare all'espansione delle specie terrestri; la flora accantonata in certe vallate alpine ricorda quella già esistente nelle condizioni climatiche dell'interglaciale, e che ora si trova del tutto al di fuori dell'ambiente alpino ecc.

§ 117. — LE ASSOCIAZIONI BIOLOGICHE. — Gli esseri viventi non sono mai isolati sul Globo, bensì sono riuniti in *associazioni* o *formazioni*, cioè in gruppi di specie, anche assai diverse per la loro filogenesi, ma aventi comuni esigenze biologiche, di luce, calore, umidità, nutrimento ecc. e delle necessità di vita collettiva sullo spazio che sfruttano. Essi presentano simili caratteri di adattamento nei singoli individui, adattamento che si riflette sul comune aspetto geografico della associazione (*paesaggio biologico*).

L'associazione, mentre da una parte limita le disponibilità di mezzi di esistenza e di sviluppo sullo spazio utilizzabile, per i singoli individui che la compongono, d'altro lato li difende collettivamente contro le forze avverse della natura e crea le condizioni proprie alla loro permanenza. Così un bosco, se protegge le singole piante dai venti violenti ed aridi, favorisce anche la condensazione del vapor acqueo, per cui esso tende a perpetuarsi e ad estendersi.

L'*Ecologia* studia particolarmente la vita sociale degli esseri viventi,

analizzando i loro raggruppamenti in rapporto all'ambiente fisico, alla situazione e condizioni della stazione nei periodi precedenti, e all'equilibrio raggiunto fra i vari componenti l'associazione stessa, per l'utilizzazione dello spazio su cui insieme vivono.

La natura ci offre esempi di *associazioni miste* di animali e di piante in perfetto equilibrio biologico (*associazioni armoniche*), avendo gli animali una particolare funzione nel costituirsi e mantenersi di certe associazioni vegetali, che a lor volta alimentano quelle animali. La fecondazione dei fiori e la disseminazione può essere dovuta ad insetti od altri animali, che a lor volta sfruttano l'associazione vegetale.

La rottura di questa solidarietà fra il mondo vegetale e quello animale, può portare alla scomparsa di specie e distruzione di associazioni. Il disboscamento ha fatto scomparire molte specie animali; i grandi carnivori limitano l'area degli erbivori, che tenderebbero ad estendersi a danno di altre associazioni vegetali; la degradazione del rivestimento vegetale in alta montagna è legato talora alla scomparsa di alcune specie animali, che lo fecondavano con i loro escrementi.

L'introduzione di un nuovo elemento in una associazione armonica, può condurre alla rottura dell'equilibrio biologico, se i nuovi venuti sono più voraci o più fecondi. I roditori sono nocivi alla vegetazione e possono quindi far scomparire i grandi erbivori che se ne nutrivano, come in Australia, in seguito all'introduzione di conigli e volpi nella provincia di Vittoria, nel 1870.

V'è anche una associazione del tutto speciale fra l'uomo e il mondo biologico, detta *addomesticazione*, la quale favorendo lo sviluppo e la distribuzione di specie vegetali e animali utili all'uomo, a danno di quelle a lui nocive o inutili, ha portato un'azione perturbatrice sulla distribuzione naturale delle specie, in zone molto estese della superficie terrestre.

Cap. XXII.

FITOGEOGRAFIA

§ 118. — Fattori geografici della distribuzione delle piante. — La *fitogeografia* o *geografia delle piante* studia la ripartizione, sulla superficie terrestre, dei caratteri ed aspetti della vita vegetale. Essendo le piante superiori, per la massima parte, fisse al suolo, tale aspetto è di necessità legato alle condizioni fisiche dell'ambiente. Di qui la diversità delle *flore*, cioè del complesso delle specie vegetali, che crescono nelle singole regioni.

I fattori che determinano la distribuzione delle piante, detti *fattori ecologici*, sono sopratutto il clima, il suolo e in minor misura, le piante stesse, gli animali e l'uomo.

a) *Fattori climatici*. — La prima influenza sul mondo vegetale è esercitata dalla *luce*, che è fondamentale per la funzione clorofilliana,

cioè per l'[illegible] compiuta dalle parti verdi delle piante. Se manca la luce, come nelle caverne, nei laghi o nel mare sotto i − 150-200 m. cessa la vita vegetale; fanno eccezione solo le piante parassite e saprofite (funghi) prive di clorofilla. Per ogni pianta v'è un minimo di quantità di luce (*zero specifico*) ed un limite superiore (*massimo specifico*), oltre i quali non può svilupparsi, per l'annullamento dell'attività clorofilliana.

Per ogni specie esiste un *optimum* di luce e punti critici diversi per le varie funzioni della vita vegetale. Così la luce troppo intensa ritarda lo sviluppo di rami, foglie e radici, mentre favorisce la fiorazione e la fruttificazione. La rapidità di sviluppo delle piante delle alte latitudini, durante la breve estate, dipende dalla luce diffusa e dalla lunghezza dei dì; la ricchezza dei fiori nelle piante alpine dalla trasparenza dell'atmosfera e quindi dalla intensità luminosa.

Vi sono piante che amano l'ombra (*ombrofile*) ed altre che vogliono la luce (*eliofile*). Ciò ha grande importanza nel raggruppamento delle specie delle associazioni vegetali, in più piani sovrapposti. Nelle foreste equatoriali sono piante umbrofile quelle di sottobosco e di piccola statura, mentre quelle eliofile si allungano in alto e sviluppano rami e foglie verso la zona più illuminata. Sotto le folte foreste di abeti delle alte latitudini, il suolo è nudo, perchè manca la intensità di luce necessaria allo sviluppo delle erbe, che crescono invece sotto i boschi della regione mediterranea più luminosa.

Il *calore* ha una importanza fondamentale per la distribuzione del mondo vegetale, ogni specie avendo qui pure uno zero ed un massimo specifico di calore; nonchè temperature minime, ottime e massime per le varie loro funzioni di germinazione, fogliazione, fioragione, fruttificazione e caduta delle foglie. Rispetto alle esigenze in calore si hanno piante *megaterme*, che esigono una temperatura sempre superiore a 20°; *mesoterme* che si adattano a temperature medie attorno ai 15°; *microterme*, che vegetano al di sopra di 0°, ed *echistoterme*, che si sviluppano anche al di sotto di 0°. Le piante mesoterme e microterme presentano particolari forme di adattamento per resistere ai freddi invernali. Infatti durante la cattiva stagione, hanno vita rallentata con respirazione e assimilazione ridotte o quasi nulle, per la perdita delle foglie (*piante a foglie caduche*) e disseccamento delle parti aeree. Sono queste le *piante vivaci*, che persistono da un anno all'altro; le *piante annue* invece completano il loro ciclo vegetativo durante la stagione favorevole e si perpetuano in germi (semi) capaci di resistere lungamente. In genere il maggior numero delle piante, a causa delle condizioni termiche, ha un limite polare ed uno meridionale, come uno altimetrico della loro area di diffusione.

Lo zero specifico non ha a che vedere con la congelazione dell'acqua: le piante equatoriali muoiono anche a temperature superiori allo 0°, le alghe polari si riproducono, in mezzo alla neve, anche a − 4°. Ma in genere le piante superiori sopportano solo lievi variazioni di temperatura; le piante mesoterme, che a vita rallentata sopportano 0° di temperatura, muoiono, se fa gelo in primavera, durante il loro sviluppo vegetativo; altre, come le conifere, possono adattarsi a tutti i climi, meno che a quelli della zona tropicale (fig. 139). Nei paesi ad inverni rigidi, la neve protegge la vegetazione dalle temperature inferiori a 0°, e il

suo lento disgelo ritarda lo sviluppo precoce della vegetazione, che potrebbe essere nefasto alle piante.

Ogni specie, per compiere il proprio ciclo vegetativo, ha bisogno di una propria quantità di calorie, le quali possono essere usufruite intensamente ma rapidamente, come durante le calde giornate estive delle zone subtropicali, o pure lentamente durante quelle tiepide ma lunghe, delle zone circumpolari. Così il frumento, pianta di origine subtropicale, può fruttificare anche nelle zone continentali dell'alto Canadà, presso il Circolo Polare Artico.

Fig. 130. — Limiti polari delle palme e delle conifere sul Globo.

L'azione dell'*umidità* è preponderante sulla distribuzione e sviluppo della vegetazione, che ha bisogno di un minimo annuo di precipitazioni (circa 200 mm.), sotto il quale limite v'è il deserto. Anche per l'acqua si ha uno *zero specifico* ed uno *optimum* per le varie piante e per le singole fasi della loro vita. La germinazione dei semi, la fiorazione e la fruttificazione richiedono maggior quantità di acqua.

La quantità di acqua utilizzata per processi biologici è appena 1/500 di quella assorbita dalle radici, che serve sopratutto per introdurre dal terreno e far circolare nella pianta soluzioni saline più o meno diluite, mentre poi viene emessa per traspirazione della superficie libera delle foglie e dei tessuti parenchimatici. La traspirazione aumenta coll'intensità della luce e della temperatura, con la siccità dell'aria e col vento. Si è calcolato che una foresta di faggi assorbe, ogni giorno, da 25 a 30 tonn. d'acqua per ettaro; è quindi una enorme quantità di acqua meteorica, di cui ha bisogno il suolo coperto da vegetazione.

Anche il vapor d'acqua contenuto dall'atmosfera può essere necessario alla vita delle piante, specie di quelle desertiche, che possono durante le fredde notti condensare ed assorbire, mediante gli organi aerei l'umidità dell'aria, per supplire a quella scarsa o mancante del suolo; ma in genere la quantità di acqua necessaria dipende dalla temperatura. I climi caldi aumentando la traspirazione, richiedono per le piante maggior quantità di acqua.

Mentre le piante hanno adattamenti scarsi o nulli per le diverse condizioni termiche, ne presentano molti e notevoli per l'umidità. Così si distinguono le piante *igrofile*, con adattamenti [illegible] un ambiente costantemente umido, le piante *xerofile*, che [illegible] un clima o ad un suolo costantemente [illegible] le piante *tropofile* [illegible] quelle di zone a stagioni alternativamente umide [illegible] igrofili e xerofili.

Le piante *igrofile*, che vivono in aria umida e terreno ricco d'acqua, hanno di solito fusti allungati e molli, per riduzione dei tessuti legnosi, con foglie largamente sviluppate e ricche di stomi per favorire la traspirazione, e talora con sviluppo di tessuti lacunosi, ripieni d'aria, per facilitare il prosciugamento, come il *Ficus religiosa* o il banano e la palma, delle zone equatoriali costantemente umide.

Le piante acquatiche, che vivono nell'acqua e a luce filtrata (piante *idrofile*), hanno esagerati i caratteri delle igrofile, e cioè foglie molto sviluppate, che si espandono alla superficie delle acque, con organi di galleggiamento e stomi nella pagina superiore, come le *ninfee* dei nostri laghi, il *loto* indiano, o la *Victoria Regia* del Rio delle Amazzoni, oppure foglie minutamente suddivise e piumose per presentare maggior superficie alla illuminazione, come nelle piante [illegible] che vivono immerse, quali la *Laminaria* del M[illegible] del Nord e la *Zoostera marina*.

Le piante *xerofile*, sono piante subaeree delle regioni aride, o a lunghi periodi di siccità. In generale hanno caratteri opposti a quelli dell'igrofile. Le radici sono assai sviluppate per cercare l'acqua negli strati profondi del suolo, i fusti sono ridotti ma solidi, per lo sviluppo dei tessuti legnosi e talora gonfi e lacunosi per riserve di acqua (*piante succulenti* o *grasse*), come le *Agavi*, i *Cereus*, i *Cactus* ecc. Le foglie, per diminuire la superficie di traspirazione, sono piccole, coperte da una cuticola impermeabile o cerosa, con stomi ridotti o assenti, come quelle dell'olivo, della quercia ecc.; oppure si riducono lineari, ristrette, coriacee, come la *stipa* o il *drin*, si trasformano, insieme ai rami in spine, o mancano del tutto. In questo caso la funzione clorofilliana è fatta da tutta la parte aerea del fusto e dei rami, resa verde dalla clorofilla, come nel fico d'india.

Tutte le piante *tropofile*, proprie delle stagioni secche ed umide ben marcate ed alternate, come quelle monsoniche o subtropicali, durante la stagione secca entrano in stato di riposo, perdendo gli organi di traspirazione (*piante a foglie caduche*), con rami nudi, legnosi e gemme ricoperte da spessa cuticola, che si sviluppano con la ripresa della stagione umida. Lo stato di riposo vegetativo è esso pure una protezione contro la siccità prolungata, anche per 8 o 9 mesi, purchè si abbiano 2 o 3 mesi di piogge regolari; come il *baobab* del Sudan, con tronco gigante e nudo, quale riserva d'acqua.

Le piante della zona temperata, perdono le loro foglie durante l'inverno, che è per esse una stagione fisiologicamente secca, onde impedire la circolazione acquea.

Le piante erbacee vivaci, durante la stagione secca o fredda, perdono l'apparato vegetativo esterno, conservandosi i fusti sotterranei nel sottosuolo (bulbi, rizomi), con accumulazione di riserve nutritizie (amido), che permettono un rapido sviluppo primaverile, alle prime piogge pur scarse.

Anche il *vento*, sebbene la sua azione non sia così evidente come quella del calore e dell'umidità, ha la sua influenza sulla dispersione delle piante, sia per il trasporto del polline nella fecondazione di certe specie, sia per la disseminazione anemofila di embrioni alati, anche a grandi distanze.

Inoltre il vento esagera l'evaporazione delle superficie delle foglie, cosicchè le piante assumono un aspetto xerofilo o disseccandosi muoiono, per cui l'area di esse ne viene ristretta. In Siberia, spesso la vegetazione arborea è limitata alle vallate riparate dal vento.

Nelle zone dove i venti sono costanti e violenti, come in alta montagna o lungo i litorali marittimi, gli alberi sono rari o assenti. Quelli che riescono a vivere sono di piccola statura o ridotti a cespugli per difendersi dalla violenza del vento (come ai limiti della foresta montana) oppure sono inclinati nel senso del vento dominante, come lungo le coste marittime.

Le influenze climatiche si fanno variamente sentire a seconda delle *condizioni topografiche*. Le montagne dei paesi temperati ospitano delle specie *orofite*, con caratteri diversi, a seconda del versante su cui esse si trovano e in cui prevale l'illuminazione diretta (*versante a solatio*) o quella diffusa (*versante ad ombra*), calore più o meno intenso, a seconda della inclinazione del suolo rispetto ai raggi solari, acque d'infiltrazione o di dilavamento, in rapporto alla ripidità del suolo ecc.

b) *Fattori edafici*. — Sono quelli dovuti alle condizioni fisico-chimiche del suolo sul quale vivono le piante. Per *suolo* o *terreno* s'intende lo strato superficiale della crosta terrestre, costituito da elementi incoerenti, su cui sono fissate le piante e di cui si nutrono.

Nel suolo vi sono elementi inorganici minerali arricchiti da elementi organici di alterazione fisico-chimica o biologica, dovuta alla attività vitale di radici, bacteri ecc. e che insieme danno luogo all'*humus*, materia colloidale incompletamente decomposta, la quale porta l'impronta delle condizioni geologiche, che hanno presieduto alla sua formazione, e che in profondità passa lentamente ad un sottosuolo puramente roccioso, che riposa poi sulla roccia in posto.

Le proprietà fisiche del suolo sono date dalla maggiore o minore coesione delle particelle che lo costituiscono, dalla permeabilità alle acque meteoriche, dalla capillarità e potere assorbente, che permette o meno il sollevamento entro di esso della falda freatica. Si distinguono così i terreni *argillosi* con elementi a diametro inferiore a 0,016 mm., massimamente impermeabili, quelli *sabbiosi* a diametro di 0,05 mm., che hanno la massima capillarità, la quale permette il diffondersi in essi dell'acqua e il sollevarsi entro essi della falda freatica; *ciottolosi* con misure superiori, fortemente permeabili.

La presenza nel suolo, delle radici viventi delle piante, dei bacteri, degli insetti, dei vermi, che modificano la natura fisico-chimica del terreno, richiedono l'areazione del suolo, aria che occupa insieme all'acqua gli spazi vuoti, che sono circa 1/3 del volume complessivo. Di qui l'importanza del lavoro del terreno.

Le piante trovano nel suolo, oltre l'aria e l'acqua, un certo numero di elementi minerali (silice, calcare, potassa, ferro, fosforo, azoto, carbonio ecc.) che ogni singola specie sceglie e introduce allo stato di soluzione attraverso i peli assorbenti delle radici, per il fenomeno osmotico. Ogni specie vegetale ha un proprio adattamento alla natura chimica prevalente nel suolo e così esse si possono raggruppare in: piante *calcicole*, che

possono vivere sui terreni [illegible] caldi, [illegible] permeabili all'acqua; piante *silicole*, che vivono di preferenza sui suoli granitici [illegible] compatti, impermeabili, *alofile* che sono [illegible] sui suoli [illegible] o impregnati di sale marino, *umicole* che si adattano in suoli moderatamente [illegible] di acido umico.

In genere l'acido umico, che si forma sopratutto nei *suoli acidi* come quelli torbosi, dove l'ossigeno penetra difficilmente e dove i bacteri nitrificanti non possono vivere, è nocivo alle piante, che ne limitano l'assorbimento mediante adattamenti xerofili, mentre sono favorevoli alla vegetazione i *suoli dolci* o *neutri*, come nelle regioni equatoriali, in cui l'humus ha subito una reazione alcalina con i calcari, e dove la nitrificazione bacterica o chimica è molto attiva. Il sale marino è pure assai nocivo e le piante alofile hanno adattamenti pure xerofili a foglie ridotte, o pelose, o con cuticole spesse e fusti carnosi, per limitare l'evaporazione e la salienza di succhi ricchi di sale, che accumula nei tessuti spugnosi. Tutte le piante sarebbero prevalentemente silicole, i terreni silicei avendo caratteri chimici più completi per le piante, ma molte varietà anche di una stessa specie si adattano, con forme xerofile, ai suoli calcarei, cosicchè si potrebbe parlare più esattamente di piante *calcicole* e *calcifughe*.

Nelle regioni fredde, la decomposizione chimica è poco attiva e l'humus si accumula alla superficie, dando luogo alla *landa* con vegetazione xerofila dei terreni nordici asciutti, come gl'*highlands* collinari della Scozia, o alle *torbiere*, nei terreni depressi umidi, come nella Germania settentrionale e nella Polonia. Nelle regioni calde la decomposizione è attiva, ma la forte ossidazione diminuisce il tenore di acido umico, anche nelle regioni forestali della zona equatoriale.

Le piogge abbondanti dilavano il suolo dai sali nocivi, sopratutto decalcificano il suolo, cosicchè nelle regioni aride, il terreno è fertile, appena si abbia acqua sotterranea che alimenti la vegetazione, come nelle oasi desertiche.

I *terreni sabbiosi*, dovuti a decomposizione di rocce silicate, danno luogo a terreni fertili, a castagneti, come nell'Appennino Toscano, o alle colture intensive delle zone vulcaniche. I *terreni argillosi* decalcificati, impermeabili, sono sommersi durante la stagione umida e aridi durante la stagione secca; hanno quindi scarsa fertilità, a meno che non provengano dalla decomposizione dei calcari, come la *terra rossa* della regione mediterranea, i *black soils* delle zone cotoniere degli Stati Uniti. Il *loes* della Cina, calcareo-sabbioso, molto permeabile è ostile all'albero e nella stagione secca diventa una steppa bruciata. Il *lehm*, argilloso, a debole tenore calcareo, umificato dalle radici delle graminacee, dà luogo alle terre nere granifere della Russia meridionale (*cernocxem*), della Romania, dell'Ungheria, degli Stati Uniti ecc. La *laterite*, polverulenta, decalcificata, ricca di ossidi di ferro, propria dei paesi tropicali a piogge abbondanti e alternate, è spesso accumulata nelle parti depresse della superficie terrestre ed è coperta dalla savana ad alte graminacee o da qualche albero xerofilo, come nei *campos* del Brasile, nei *llanos* dell'Orinoco e nella *brussa* africana. Le *alluvioni* sciolte, permeabili e ricche di acque freatiche, permettono la penetrazione in profondità del sistema radicale di una vegetazione arborea, come lungo il corso del Po; ma se sono molto potenti e ad acqua troppo profonda, sono aride e senza alberi, come nei *magredi* del Friuli; se poi sono cementate, compatte, ferretizzate, hanno solo una vegetazione arbustiva, come le *groane* dell'alta pianura lombarda.

c) *Fattori organici.* — Primi tra questi sono le piante stesse che servono di appoggio, o nutrimento ad altre piante e la cui distribuzione è quindi limitata alla estensione delle piante ospiti.

Così le *liane* delle foreste equatoriali, che si allacciano sopra le piante ospiti, con radici avventizie che scendono fino al suolo formando una rete inestricabile. Di rapido sviluppo, hanno bisogno di elevate temperature ed acqua abbondante, sono escluse dalle zone fredde ed aride e vuote di alberi.

Le *epifite*, che si sviluppano sul substrato organico dell'ospite, sviluppano le loro radici entro la corteccia in decomposizione dei grandi alberi tropicali. Per evitare l'eccesso dell'acido umico, assumono un aspetto xerofilo, assumendo invece l'umidità atmosferica, mediante tessuti spugnosi delle radici aeree avventizie o dalle foglie fatte a coppa, come le aroidee, le orchidee, i muschi delle foreste tropicali. Le *saprofite*, tallofite senza clorofilla, vivono in gran parte sulle materie organiche in decomposizione, di cui liberano il suolo nelle regioni tropicali e forestali delle zone temperate, limitando la formazione dell'humus.

§ 119. — Le regioni floristiche. — Le piante si trovano riunite sul Globo in gruppi sistematici di specie, generi, famiglie ecc. (*flora*), aventi ciascuno una propria area di estensione, in rapporto ai loro caratteri ecologici, cioè d'ambiente. Mettendo a confronto le diverse aree dei singoli gruppi, si possono delimitare sulla superficie terrestre dei territori comuni a molti di essi; territori comuni ai quali si dà il nome di *regioni floristiche*.

Le regioni floristiche, nella loro composizione specifica, risentono sia delle condizioni paleogeografiche del territorio — tantochè alcuni accantonamenti di specie debbono considerarsi come residui di flore diverse dalle odierne — sia dalle condizioni ambientali odierne e in particolare dalla distribuzione delle terre e dei mari.

Le specie vegetali che costituiscono la *flora* di una regione possono esservi stabilite da tempo remotissimo (*specie paleo-endemiche*), oppure esservi sviluppate in posto per mutazioni o ibridazioni di specie autoctone con quelle immigrate (*specie neoendemiche*), infine possono esservi pervenute e conservate per emigrazione naturale o per l'opera dell'uomo (*specie migrate*).

La flora di un determinato territorio, per quanto assai complessa nei suoi componenti, presenta di solito una o più specie tipiche, che sono assunte come caratteri tipici distintivi; così ad esempio, la *flora mediterranea* ha l'olivo (*Olea europea*), il leccio (*Quercus ilex*), il sughero (*Q. suber*) ecc.

Tenendo conto sopratutto della diffusione di alcuni raggruppamenti vegetali, formati di poche specie paleoendemiche, i fitogeografi hanno diviso tutte le terre emerse in un ristretto numero di regioni floristiche e cioè: la *Regione oloartica* euroasiatica e americana, la *Regione mediterranea*, la *Regione desertica* nord-tropicale dell'Antico continente, la *Regione intertropicale*, la *Regione australe*.

Queste regioni comprendono a lor volta un certo numero di *domini floreali*, distinti da tipiche specie vegetali neoendemiche, cioè proprie e

caratteristiche dell'ambiente attuale, che [illegible] al clima [illegible] (Zone di Koppen). Così, ad esempio, nella Regione mediterranea, si distinguono un *dominio iberico, franco-provenzale, italiano, dell'Atlante* (Marocco, Algeria, Tunisia) ecc. Anche i domini si ripartiscono in *settori floreali* e in *distretti floristici*, con specie o varietà locali, che mancano anche nei distretti vicini.

I) *La Regione oloartica* si stende su un'immensa zona del Vecchio e del Nuovo Mondo: in Europa a nord della regione Mediterranea, in Asia sulla Siberia e il Nord della Cina, in America sul Canadà e su gran parte degli Stati Uniti. La sua flora, assai omogenea, per la contiguità della cintura continentale artica, risale all'Era geologica del Terziario ed ha, come alberi caratteristici, le conifere, le querce, i castagni, i faggi, i salici, gli aceri, gli alni, i tigli, i platani, i pini ecc.

II) La *Regione mediterranea* è propria del territorio floristico attorno a questo mare interno e si stende su tutta l'Europa meridionale fino al M. Nero, sull'Africa settentrionale fino al deserto, sulla Siria e Palestina, da dove invia irradiazioni fino in Mesopotamia e in Persia. Si presenta con caratteri propri già alla fine del Terziario, ed ha grande ricchezza di specie ad endemismo assai accentuato. Le essenze arboree più importanti, di carattere xerofilo, sono il leccio, il sughero, il cipresso ecc., a cui l'uomo aggiunse, fin da epoche remotissime, il mandorlo, il fico, la vite e l'olivo, che oggi è considerato, come l'esponente di questo clima.

III) *Regione desertica dell'Antico Continente.* — Questo vasto territorio, che si stende, attraverso l'Africa settentrionale, dall'Atlantico al M. Rosso e attraverso l'Arabia, alla Persia e all'Afganistan, è caratterizzato dalla estrema povertà di vegetazione, che si riduce a poche famiglie di piante erbacee od arbustive ad esterna xerofilia, di origine sia settentrionale, sia tropicale, con varietà proprie dei singoli domini che la costituiscono.

IV) *Regione intertropicale.* — Così in America, come in Africa, in Asia, nella Malesia, nella Polinesia e nell'Australia settentrionale, questa flora è legata al clima attuale, con grandi omologie fra un continente e l'altro; sia che si tratti del dominio a clima senegalese, con steppe e cespugli spinosi, o del dominio sudanese, con savane ad alte graminacee, o di quello amazzoniano, con la foresta vergine. Vi crescono gruppi sistematici speciali, come le grandi monocotiledoni arboree, palme, bambù, pandani, dracene, drusacee (banani), e jucche ed agavi dell'America, mentre sono assenti piante di paesi temperati, quali le papaveracee, le ombrellifere, le conifere ecc.

V) *Regione australe.* — Essa, per la presenza di grandi oceani, è divisa in gruppi (America australe, Africa australe, Australia meridionale e Nuova Zelanda), che non hanno però una flora propria, ma bensì legata, sia a famiglie e generi della regione tropicale, sia a quelli del dominio antartico dell'America meridionale, il quale presenta delle conifere speciali, emigrate qui dalla regione oloartica boreale, lungo le alte creste delle catene delle Cordigliere (*araucarie*).

§ 120. — LE FORMAZIONI E LE ZONE VEGETALI. — Le *formazioni vegetali* sono associazioni di piante, a composizione floristica anche diversa, ma aventi caratteri biologici comuni, e quindi di aspetto simile fra loro, il che dà una particolare fisonomia al paesaggio (p. es. foreste,

steppe, tundre ecc.), rispondente alle condizioni ecologiche della [illegible] in cui si sviluppano e sopratutto al regime delle precipitazioni.

I tipi morfologici delle formazioni vegetali sono dati da alberi (*li-gnosa*), erbe (*herbosa*) e deserti (*deserta*). All'aspetto della formazione vegetale contribuisce molto anche la statura delle varie specie che la compongono, dando luogo ad una serie di strati di vegetazione: strato *arbore-scente*, strato *arbustivo*, strato *erbaceo*, e strato *muschivo*, che possono esistere ognuno distinto dall'altro, come anche coesistere sullo stesso spa-zio, in più piani sovrapposti.

L'*albero*, dal punto di vista bio-morfologico, è l'organismo più gr[illegible] esigente del mondo vegetale, con esteso sviluppo quindi di organi circolatori e di sostegno (vasi legnosi), con tronco eretto, vasto sistema radicale e sviluppati or-gani di traspirazione (foglie). Di necessità è quindi un elemento eliofilo, mega-termico e igrofilo.

La sua grande statura, diventa una debolezza nei periodi di siccità prolun-gata, giacchè la grande distanza, fra apparecchio traspirante (fronde) e quello assorbente (radici), fa sì che venga a mancare l'equilibrio fra l'azione disseccante del vento sulle fronde e le possibilità di assorbimento dalle radici, per cui un primo adattamento dell'albero, alla diminuzione delle precipitazioni è l'abbas-samento della statura (*nanismo*). Viceversa il potente sistema radicale consente all'albero di vivere in terreni superficialmente aridi, le sue estese radici permet-tendo di alimentarsi in falde d'acqua anche profonde, e sopportare lunghi periodi di asciuttore.

Le forme igrofile dell'albero, come quelle delle regioni equatoriali a piogge costanti, hanno accrescimento rapido e continuo, con riduzione dei tessuti legnosi (piante monocotiledoni) e sviluppo di fogliame all'estremità di uno stipo (es. palma). Le forme xerofile, comportano, oltre al nanismo, lo sviluppo di elementi legnosi, la trasformazione di foglie in aculei, per diminuire la superficie d'evapo-razione, l'ispessimento della corteccia (sughero), l'approfondimento del sistema radicale. L'adattamento tropofilo, molto diffuso negli alberi della zona tempe-rata, dà luogo alla caduta delle foglie, durante la stagione secca o fredda, con arresto della circolazione acquea (piante a foglie caduche), oppure sviluppo gi-gantesco del tronco, con tessuti parenchimatici a riserva di succhi nutritivi (es. baobab).

L'*arbusto* è un adattamento, xerofilo dell'albero, con diminuzione di sta-tura, suddivisione delle foglie a piccoli lembi o a forma allungata, aciculare, a cuticola spessa e cerosa; oppure con aumento di tessuto parenchimatico per im-magazzinamento di acqua e trasformazione delle foglie in spine (es. piante suc-culenti), o con tronco gracile e spinoso (es. acacia). Può essere anche una forma gigante delle piante erbacee ombrofile e igrofile (es. banane, cannacee ecc.).

L'*erba* è l'organismo più piccolo e meno esigente del mondo vegetale, con riduzione o assenza dei tessuti legnosi e del sistema radicale, e in cui tutte le parti aeree sono organi di traspirazione, ma che, diversamente dall'albero, ri-chiede suolo umido solo in superficie. Per la sua piccola statura l'erba sfugge alla secchezza dell'aria, ma la riduzione delle radici la rende sensibile alle variazioni di piovosità, mal sopportando secchezza prolungata, durante il periodo vege-tativo. L'adattamento xerofilo si presenta con riduzione di foglie, sviluppo di tes-suti legnosi e di spine (es. i cardi), o ricoprimento di peluria sulle foglie (es. sal-via, menta); quello tropofilo, molto diffuso, è dato o da piante annue, che com-piono tutto il loro periodo vegetativo nella sola stagione calda od umida, rima-

Fig. 29 - Macchia mediterranea nell I. di Caprera

Fig. 30 - La taiga nella Polesia polacca

Fig. 31 - Siesta di leoni sull'orlo della foresta tropicale

Fig. 32 - Cervi nella radura della foresta boreale in Polonia

nendo poi gli embrioni, allo stato di semi, sul terreno, fino alle nuove piogge (es. graminacee).

Nelle rare piante di *tipo desertico* l'aspetto xerofilo è spinto all'estremo insieme a quello macrotermico (piante *xerotermiche*). Il loro periodo vegetativo è brevissimo e lo sviluppo rapidissimo durante le precarie piogge, mentre i semi possono restare molti anni senza germinare. Tutto l'organismo (fusto e radice) tende a svilupparsi sotterraneamente, le foglie sono nulle o a batuffolo compresso sul suolo; le scarse forme arbustive hanno un solo sviluppo di rami secchi e di aculei (*Fouquiera spinosa*) od enormi foglie spesse e coriacee (*Welwitschia mirabilis*).

Le formazioni possono essere costituite da una sola o prevalente specie vegetale, nel quel caso esse prendono il nome dal genere o dalla specie predominante; es. *querceto, faggeta, castagneto, pineta, abetina* ecc., oppure essere di composizione floristica molto varia, raggruppando alberi arbusti, erbe le più diverse, ma con fisonomia analoga nelle varie zone in cui si sviluppano (*formazioni omologhe*), ed allora possono anche essere disposti a strati sovrapposti di muschi, erbe, arbusti ed alberi, come nelle foreste tropicali e prendere i nomi locali, che le distinguono (*ilea, macchia llanos, pampas* ecc.).

Le formazioni vegetali si dicono *chiuse*, quando l'insieme delle piante, per le favorevoli condizioni climatiche e di suolo, ricoprono di un mantello vegetale continuo tutta l'area su cui si sviluppano; diconsi invece *aperte*, quando sono intramezzate da spazi vuoti o rivestiti da formazioni diverse (arboree od erbacee), dovuti sopratutto alle diversità di natura del suolo (frane, alluvioni, colate laviche ecc.), o nella zona contestata, meno adatta per le condizioni climatiche (es. al limite della foresta).

Le aree occupate dalle varie formazioni si dicono *zone vegetali* e, se sviluppate in un ambiente ecologico adatto, sono chiuse, mentre ai limiti di esso, sono aperte.

Le formazioni vegetali possono essere *aquatiche*, quando si sviluppano interamente o parzialmente nell'acqua, e *terrestri* nel caso contrario; fra le due forme esiste una grande varietà di stadi di transizione, con numerosi adattamenti.

Le formazioni vegetali hanno grande importanza per la Geografia, perchè esse costituiscono uno dei più importanti elementi del paesaggio delle varie regioni della Terra e determinano ambienti più o meno favorevoli alla vita animale e all'attività umana.

§ 121. — Zone vegetali aquatiche. — Le formazioni delle zone vegetali aquatiche subiscono meno l'influenza del clima e presentano perciò grande analogia di forme biologiche; inoltre le specie floristiche che le costituiscono sono ordinariamente cosmopolite.

a) *Zona litorale marina*. — Le piante verdi di questa formazione, essendo legate alla luce necessaria alla loro nutrizione clorofilliana, hanno un limite di profondità per il loro sviluppo, che raggiunge al massimo i — 200 m e possono disporsi verticalmente in un *orizzonte superiore*, spesso scoperto dalle acque, in limate. Le formazioni litorali più estese sono nell'orizzonte medio e caratteriz-

zate dalla presenza di alghe di grande statura fisse al fondo (es. la *Zoostera marina*) e di piante monocotiledoni, con rizoma, entro le fanghiglie del fondo verso i — 5 m. di profondità, che formano insieme dei veri *erbai marini*. La varietà di queste piante, dipende dalla quantità di luce, dalla diversa salinità dell'acqua e dalla natura del substrato, calcareo o argilloso.

b) *Zona litorale d'acqua dolce.* — Sulle sponde dei laghi, dei fiumi e delle paludi, si hanno *formazioni lacustri* idrofile con piante a [illegible] sommerse, mentre gran parte del corpo vegetale (caule, foglie e fiori) vivono nell'atmosfera. La varietà di queste formazioni dipende dalle varie regioni floristiche e dalla natura, rocciosa o alluvionale del fondo; ma di solito si ha una distribuzione litorale orizzontale, a zone concentriche, legata sopratutto alle varie profondità, dove sono infisse le radici sul fondo. Si ha così, sull'orlo esterno, il *canneto* o *caraceto*, che talora rimane all'asciutto, coi generi *Carex* e *Juncus* e anche con [illegible]; quindi lo *scirpeto*, con *Scirpus* e *Phragmites*, quasi tutto sommerso; e più al largo lo *stagneto*, con sfagni e ninfee, a caule spiralato e foglie e fiori galleggianti.

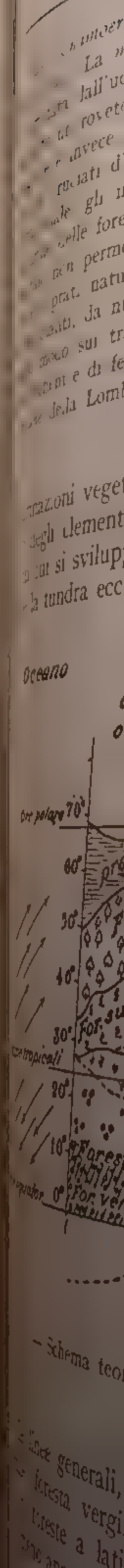
L'accumularsi sul fondo di queste piante, ricoperte da strati di argilla, dà luogo, col tempo, a strati di torbe, su cui vivono, in terreni completamente decalcificati, altre piante palustri a spiccata xerofilia, per l'eccesso di acidità del sottosuolo, con eriche e felci (*ericeto*) che caratterizzano le *torbiere alte* o *acide* della Germania (*Hochmoore*).

Nelle zone tropicali, come nella Guinea, le torbiere sono costituite quasi completamente da *ciperacee igrofile* e da *orchidee epifite*, che prosperano anche sulla laterite ferruginosa e sulle roccie silicee; mentre nelle foreste equatoriali, le torbiere sono formate dalle foglie e parti legnose morte, che si accumulano nelle depressioni, e la cui decomposizione carboniosa è opera di microrganismi senza clorofilla.

Una formazione omologa a quella delle torbiere acide della zona temperata, è rappresentata dalla *tundra* circumpolare, dove le depressioni sono occupate dalla *tundra umida* con muschi (sfagni), eriche e *Carex*; mentre le zone più rilevate formano la *tundra secca*, con licheni.

§ 122. — ZONE VEGETALI TERRESTRI. — Esse presentano due tipi fondamentali assai diversi, *formazioni forestali* e *formazioni erbacee*, alternate fra loro, in corrispondenza ai climi umidi e a quelli secchi. Tali formazioni hanno un grande numero di varietà, nelle diverse zone calde o fredde, e si presentano chiuse o aperte a secondo del loro sviluppo in ambiente ecologico ottimo o contestato.

Le associazioni forestali si distinguono per caratteri più o meno igrofili, quelle erbacee per aspetto più o meno xerofilo. Dove le condizioni ecologiche sono intermedie a questi estremi, si hanno *formazioni miste*, con preponderanza di stazioni erbacee od arboree determinate dalla natura del suolo.

Vi sono poi formazioni *naturali* od *artificiali*, quest'ultime dovute massimamente all'azione dell'uomo. A parte le piante coltivate introdotte dall'uomo in certe regioni, questo modifica le formazioni naturali, anzitutto col disboscamento e l'incendio. Nella foresta equatoriale, è sopratutto la vegetazione del sottobosco che viene distrutta, trasformando in associazione aperta, una formazione naturalmente chiusa. Così la *brussa* delle zone intertropicali africane, non è che il risultato della deforestazione delle savane, dove agli alberi si sono sostituite delle

palme nane (*Chamaerops humilis*) e da asfodeli e boscaglie [illegible] spinosi (*Zizyphus lotus*). La *macchia* della regione mediterranea, non è che una formazione, degradata dall'uomo, della foresta primitiva su suoli silicei dove il leccio si è sostituito un roveto spesso impenetrabile, la *garriga* dei terreni calcarei della stessa regione è invece oggi una associazione aperta di rovi sparsi, intercalati da spazi erbacei bruciati d'estate. Nelle montagne delle zone temperate, il disboscamento irrazionale, gli incendi, i pascoli estensivi, non solo hanno abbassato il limite naturale delle foreste, ma dove essa fu distrutta, i versanti denudati dalla terra vegetale non permettono ormai più nemmeno il rimpianto di essenze forestali; anche i prati naturali sono sostituiti, nei luoghi attorno ai ricoveri delle mandrie pascolanti, da nuove associazioni erbacee (*ruderali*) di piante nitrificanti. Nello stesso modo sui tratti rocciosi o alluvionali deforestati, il suolo siliceolo si copre di licheni e di felci, caratteristici delle *lande* della Francia settentrionale e delle *groane* della Lombardia.

Le formazioni vegetali danno luogo ad un diverso tipo di paesaggio, a secondo degli elementi floristici che le costituiscono nelle diverse zone termiche in cui si sviluppano (p. es. la foresta tropicale e quella boreale, la steppa e la tundra ecc.).

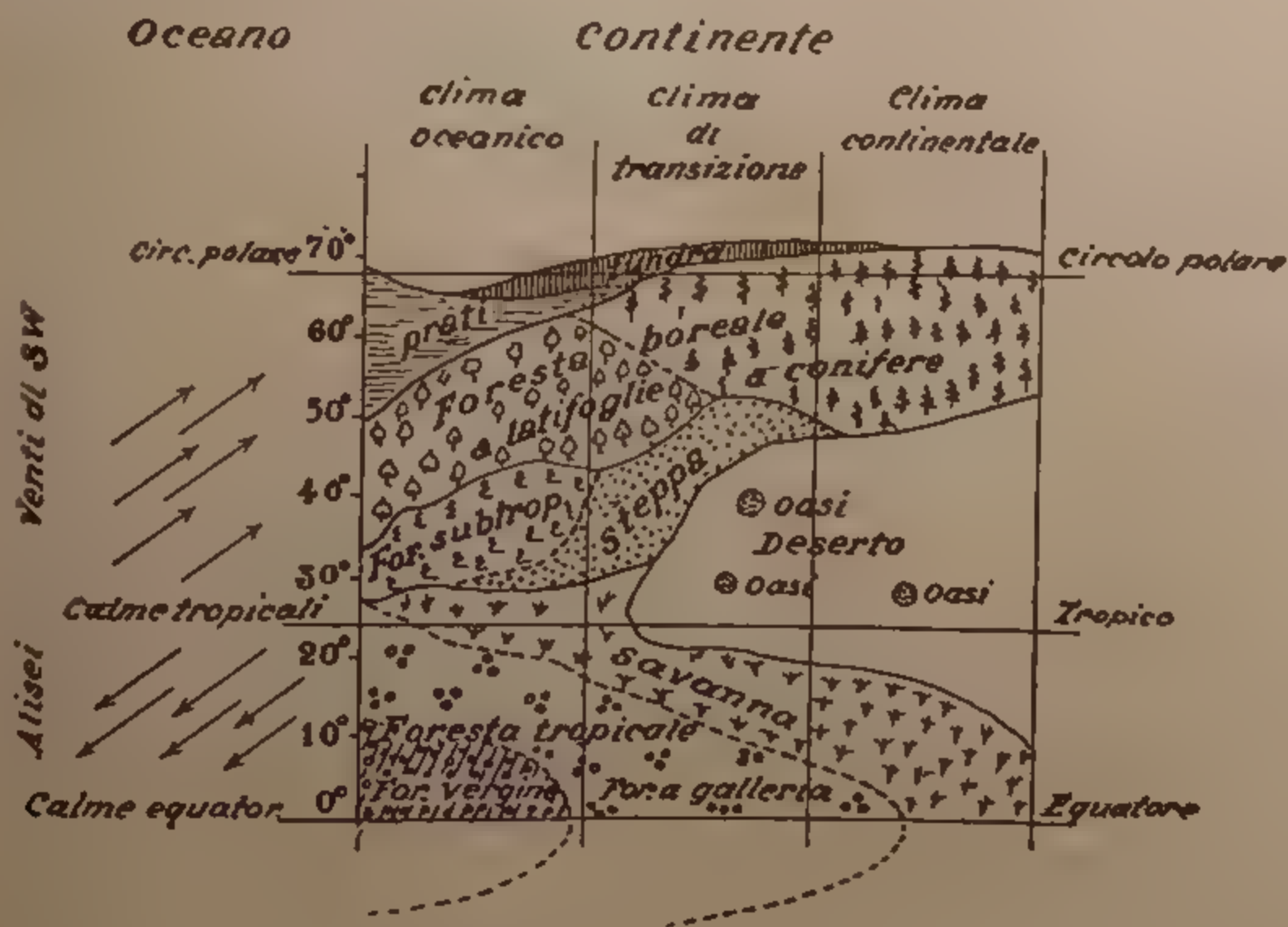



Fig. 140. — Schema teorico delle zone di vegetazione sul Globo.

Così, nelle linee generali, si hanno sul Globo tre regioni forestali: una equatoriale (foresta vergine) e due, boreale ed australe, dei venti umidi di ovest (foreste a latifoglie e conifere), alternate da due zone erbacee più o meno aperte (savane e steppe, prati e tundre), che nell'interno dei continenti passano ai deserti (fig. 140).

§ 123. — ZONE DI VEGETAZIONE DEI CLIMI CALDI. — In esse predominano le piante megaterme, che cessano dove la temperatura [illegible] scende sotto i 20°. Per mancanza di nette stagioni nelle regioni tropicali, non si ha sincronismo di periodi vegetativi fra le singole parti, ognuna di esse compiendo le sue funzioni vegetative, in tempi indipendenti fra loro, cosicchè le formazioni vegetali, nel loro complesso, non manifestano riposo apparente.

La germinazione e la crescita delle piante è rapidissima, la forte intensità luminosa dà luogo a fiori con colori vistosi, ad una particolare orientazione delle foglie e talora a decolorazione delle parti verdi, per esaurimento dell'attività clorofilliana. Nelle formazioni arborescenti vi è grande sviluppo di piante ombrofile del sottobosco, ciò che dà un aspetto tipico a queste formazioni di zone calde.

Per l'alta temperatura dell'aria, un periodo di siccità anche breve è di grave danno alla vegetazione; per cui sono le precipitazioni che regolano i fenomeni periodici della vita delle piante. Un prolungato periodo di siccità dà luogo ad un riposo vegetativo, come il freddo invernale nelle regioni temperate. La presenza di formazioni arborescenti erbacee è pure in relazione alla durata del periodo secco e alle condizioni edafiche del suolo. Le associazioni aperte si hanno, di solito, dove l'acqua meteorica è inferiore ad 1 m. annuo, il deserto dove scende sotto i 250 mm.; le varietà poi delle formazioni vegetali dipendono dalle diversità delle condizioni di umidità e dalla distribuzione delle precipitazioni nei vari mesi dell'anno.

I caratteri floristici delle zone di vegetazione dei paesi caldi, sono dati dallo scarso sviluppo dei muschi e licheni, e dalla ricchezza delle felci, che assumono forme giganti, simili a quelle del periodo geologico del Carbonifero. Fra gli alberi, mancano le conifere, scarse sono le gimnosperme, grandi varietà si hanno invece nelle monocotiledoni arboree gigantesche, fra le quali predomina la famiglia delle *palme*, sia di tipo igrofilo ad alto stipo nudo con ciuffo di grandi foglie sulla cima sia di tipo a liana e ad epifita, o ad adattamento xerofilo arbustivo, spinoso. Fra le altre specie predominano il *bambù* (*Bambusa dendrocalamus*), le *musacee* (banane), i *pandanus* arborei, con radici aeree e foglie fatte a coppa, per raccogliere l'umidità atmosferica, le *orchidee* epifite ecc. Poche sono invece le dicotiledoni erbacee ed arbustive (*Urticacee*, *Piperacee*, *Solanacee*, *leguminose* ecc., tutte arborescenti), ciò che dà un aspetto generalmente arcaico a queste formazioni, chè in epoche geologiche passate erano estese su tutta la Terra.

1) *La foresta vergine equatoriale*. — Essa si estende, come un mantello quasi continuo di vegetazione arborea impenetrabile, nelle regioni a clima amazzoniano, ad alte temperature, a forte umidità atmosferica, con più di 1500 mm. di pioggia annua e senza netti periodi di asciuttore.

La vegetazione non presenta nessun periodo di riposo visibile ed appare sempre verde, con grande complessità di specie (oltre 2 o 300 legnose ed erbacee) fra loro sovrapposte in più piani, con estrema varietà di colori e di frondeggio. Gli alberi maggiori eliofili, a tronco liscio, si elevano a 30-40 m. di altezza. Sotto la volta dei grandi alberi, si hanno

due o tre strati di sottobosco ad alberi ombrofili di seconda e terza grandezza e finalmente, a qualche metro dal suolo, si ha un quarto strato di arbusti ed erbe giganti (banani e felci arborescenti), che vivono nella semioscurità. Sui rami degli alberi ed arbusti del sottobosco, si sviluppa una ricca vegetazione di epifite, anch'esse giganti, mentre il suolo rimane nudo od occupato soltanto da qualche rara pianta variegata di aroidee e graminacee, anche perchè l'azione dei funghi, delle termiti e dei microrganismi innumerevoli decompongono rapidamente il detrito organico, che si accumula continuamente sul suolo. Le liane eliofile, legnose o succulenti, appoggiandosi alla vegetazione arborea, s'intrecciano a padiglione, salendo verso lo strato superiore della foresta, ed hanno radici avventizie sospese nell'aria, che formano una rete inestricabile fra un albero e l'altro.

La foresta vergine rappresenta il tipo più completo di associazione arborea chiusa, nella quale l'insediamento umano è scarso e difficile.

In America la *foresta vergine* occupa gran parte del bacino del Rio delle Amazzoni (*selvas*), le coste del Brasile, da Bahia fino a Santos, la Guiana e le Antille. Fra le essenze tipiche prevalgono, nella periferia, il castagno del Brasile, che fornisce la noce di Parà, nell'interno, l'albero del legno d'ebano, il tamarindo, l'albero da caucciù (*Hevea brasiliensis*) ecc. In Africa essa si stende lungo le coste della Guinea (*ilea*), nel bacino del Congo, sulle coste di Zanzibar e nella sezione esterna del Madagascar, con le palme da olio, la noce di cola, il banano, la ***Funtumia*** da gomma ecc. Nell'Insulindia, la foresta vergine copre estese regioni a Sumatra, Giava, Borneo, Celebes e sulle coste del Malabar, del Bengala e a Ceylon, colla palma ***deleb*** (fig. 141-[1]).

La foresta equatoriale presenta numerose varietà dovute alle condizioni edafiche locali, che ne caratterizzano i vari tipi. Così nelle depressioni e nei terreni impermeabili, come lungo i fiumi dell'Amazzonia e del Congo, la *foresta inondata* più volte l'anno, è trasformata in un pantano a fango nerastro (*poto-poto*), con arbusti, che vivono durante più mesi a metà sommersi, con radici aeree, quali i ***Pandanus*** della Malesia, e liane esse pure a radici avventizie sospese.

All'opposto, dove la foresta equatoriale sorge su delle pendici ripide e impermeabili, essa prende caratteri xerotermici accentuati, con riduzione del sistema frondoso degli alberi e mancanza di epifite, mentre il sottobosco è sostituito da graminacee e leguminose erbacee (*foresta di versante*).

La *foresta a galleria* si ha nelle regioni a scarsa piovosità ma ad alta temperatura, percorse però da fiumi perenni. La sua composizione floristica è identica a quella della selva equatoriale, soltanto essa è limitata ad una fascia, di un centinaio di metri di larghezza, lungo i corsi d'acqua, specie in Africa, fra i 400 e i 1200 m. d'altezza.

Sui litorali e nelle lagune salmastre delle isole tropicali e subtropicali della Florida, del Brasile, del Senegal e dell'Angola, dove si depositano abbondanti le fanghiglie e dove le maree sono accentuate, cresce una foresta impenetrabile, detta *foresta di mangrovie*, associazione di alberi alofili, e costituita essenzialmente dalla specie *Paletuvium*, che ne determina l'aspetto. Questi alberi hanno radici sommerse durante l'alta marea, mentre le parti aeree delle piante hanno alcuni caratteri di xerofilia, a causa della salinità, con radici avventizie e pneumotofori per la respirazione.

Nelle zone paludose o ad acque salmastre, come sulle coste della Birmania e

Fig. 141 — Distribuzione delle zone di vegetazione sulla Terra

alle foci del Gange e nell'Assam si ha la *jungla*, con [illegible] mizi spinosi, che la rende impenetrabile.

Man mano che ci allontaniamo dall'Equatore e le piogge, durante l'anno, sono meno abbondanti e continue, intercalate da periodi di asciuttore sui bordi delle foreste vergini nel Sudan, in Columbia, in Bolivia, questa, pur mantenendo i suoi caratteri floristici, va degradando e passa lentamente alla *foresta a parco*, con alberi che perdono le foglie, durante la stagione secca, distanziati fra loro con sottobosco arbustivo raggruppato in macchie e adattamento xerofilo delle liane ed epifite, con delle schiarite senza vegetazione legnosa, coperte da alte erbe (graminacee vivaci), che si seccano nei mesi asciutti. La foresta a parco è una associazione aperta, che spesso è stata devastata dal fuoco e ridotta ad una macchia di arbusti legnosi (*brussa*), con fisonomia diversa dall'originaria, come in Africa.

2) *Le savane*. — Nelle regioni calde a piogge stagionali (climi sudanese e monsonico) si passa alla *savana*, associazione mista e aperta, che nelle depressioni più umide ha erbe giganti prevalentemente graminacee, (che bruciano nella stagione secca e si sviluppano rapidamente alle prime piogge) ed è disseminata da alberi ed arbusti xerofili, senza epifite. Sugli altipiani mancano gli alberi, e le erbe sono brevi e rade e si passa alla steppa. Fra gli alberi caratteristici di questa formazione, abbiamo il baobab gigante, a poche fronde e a tronco enorme (fino a 8-10 m. di circonferenza), le palme xerofile e le acacie spinose. La grande estensione delle savane, sopratutto in Africa e nell'America Meridionale attorno alla foresta equatoriale, è dovuta in gran parte alla devastazione compiuta dagli indigeni col fuoco della brussa, e quindi essa è, di solito, una associazione secondaria della foresta tropicale. La savana ha grande importanza per l'insediamento umano e le coltivazioni.

La *savana* si stende in America nel Venezuela, nel Brasile, nella penisola dell'Jucatàn; in Africa nel Sudan, nella Nigeria, nel Darfur, nell'Etiopia occidentale, nell'Angola, Rhodesia, Madagascar Meridionale ecc.; in Asia nell'Indostàn e nel Siam; in Australia nel Queensland e lungo l'orlo settentrionale del Gran deserto (fig. 141-[2]).

Anche per la savana vi sono varietà legate in gran parte alla natura edafica dei territori. Nelle grandi pianure, come nell'Orinoco, si hanno estensioni erbacee (*llanos*); quando la laterite forma una crosta spessa, ma poco profonda, essa assume carattere di associazione aperta di alte erbe, come nel Brasile (*campos*) o nel Sudan, con erbe alte fino a 5 m. (*cannacee*). Dove il suolo è profondo ma arido, si hanno arbusti spinosi e piante grasse (i *catingas del Brasile*).

Man mano che aumenta la durata del periodo secco, si passa ad una zona, dove si alternano macchie di arbusti spinosi ed erbe intristite (*carrascos* del Brasile) o addirittura ad una steppa con arbusti spinosi impenetrabili (*scrub* dell'Australia interna). Lungo i fiumi che attraversano le zone a savana si ha la foresta a galleria.

3) *Steppe-praterie inondate*. — Nelle regioni semi-aride dell'Africa tropicale, sul medio Niger, sul Senegal, nel Sudan, nell'alto Nilo, e nella Rhodesia, attorno ai grandi fiumi, si hanno vaste estensioni erbacee, inondate durante la stagione piovosa, ed allora si ha sviluppo rapido

di graminacee vivaci (panico e riso), che si secca completamente durante i lunghi mesi di asciuttore, mentre soltanto le parti sotterranee delle piante e i semi restano in riparo fino al ritorno delle piogge. Queste steppe sono sfruttate dalla pastorizia nomade.

§ 124. — ZONE DI VEGETAZIONE DEI CLIMI SUBTROPICALI. — Dove gli inverni sono miti, ma le piogge sono scarse, v'è un limitato riposo della vegetazione durante la stagione invernale, pur rimanendo le formazioni sempreverdi. Le varietà di queste formazioni dipendono anche qui dal regime delle piogge, raggruppate in un periodo unico durante l'anno: nelle regioni a piogge estive (*clima cinese*) prevale la vegetazione arborea, in quelle ad estate secca (*clima mediterraneo*) la steppa e la boscaglia xerofile.

In queste zone di transizione ai climi temperati, si hanno delle affinità floristiche tropicali (palme, bambù, acacie), ma appare qualche conifera (pini e araucarie) e cominciano le piante dicotiledoni xerofile, con foglie sempreverdi, spesse e coriacee (*Quercus ilex*, *Laurus nobilis*, *Cupressus sempervirens* ecc.).

Nella flora cinese più umida, a queste essenze arboree si uniscono anche quelle tropicali, con palme, bambù, felci, con sottobosco ridotto e qualche liana, che si trova però in formazione chiusa solo lungo i corsi d'acqua e i versanti umidi dei rilievi, mentre sui terreni aridi l'associazione si apre a parco o si ha la savana.

1) *Foresta e macchia mediterranea.* — Nella zona mediterranea, ad inverno marcato e con estate secca ben netta, le piante hanno un duplice periodo di riposo vegetativo, con un ciclo vitale in due stadi: la fiorazione e fruttificazione alla fine dell'inverno, la fogliazione in autunno (così gli olivi, gli agrumi ecc.), per cui le piante non si presentano mai spoglie. La scarsità delle precipitazioni estive dà alle forme arboree un carattere nettamente xerofilo, specie nelle conifere (p. e. il *Pinus pinea* e il *Pinus halepensis* del Mediterraneo).

La formazione forestale originaria è data dalla *foresta mediterranea* di alberi nodosi a foglie sempreverdi, coriacee, quali la quercia da sughero, il leccio, l'olivastro, il mandorlo ecc., con sottobosco di arbusti xerofili (mirti, lauri, corbezzi, stipe), con erbe e foglie coriacee e spinose (ginestre) e liane spinose (i rovi: *Rubus fruticosa*). Ma è questa una associazione, che risente moltissimo della natura del suolo, per cui si apre facilmente nella *macchia mediterranea*, dove il terreno è arido e poco profondo o dove l'uomo ha distrutto l'originaria foresta.

La *macchia* è la foresta degradata per gli incendi e la deforestazione, nei suoli silicei di tutte le nostre coste del Mediterraneo, come in Corsica, nell'Esterel, nella Toscana tirrenica, in Calabria, in Anatolia ecc., come pure nella Colonia del Capo (*bosjes*), dove il leccio e l'olivastro sono sostituiti da una associazione arbustiva chiusa e spesso impenetrabile del primitivo sottobosco, con mirti, lauri, pistacchi, lentischi, *arbutus* ecc, ed erbe vivaci dal fusto sotterraneo, quali le labiate profumate (menta, lavanda, timo ecc.) (fig. 141-*).

Vi sono varietà di questa formazione legate alle [illegible] la *garriga* (dal nome provenzale *garrulha* del *Quercus* [illegible]) [illegible] aperta dei terreni aridi calcarei nella Provenza, nell'Appennino Centrale, in Sicilia, Tunisia, Istria, Dalmazia, Grecia ecc., formata da ciuffi di [illegible] sempreverdi di leccio, di pino, di olivastro, di lentischi, alternati con spazi erbosi, secchi d'estate, o di rocce nude affioranti. Nelle zone più aride [illegible] zione mista, arbustiva ed erbacea, a caratteri sempre più xerofili, con [illegible] proprie delle singole regioni e che portano nomi locali. [illegible] *[illegible]* dell'Argentina, il *chapparal* con yucche del Messico, il *busch* dell'Africa Meridionale [illegible] l'*Acacia horrida*, lo *scrub* dell'Australia. Dopo la distruzione della foresta mediterranea, questa, se lasciata in abbandono, può ricostituirsi attraverso gli stadi della garriga, della macchia e di una foresta di alto fusto (*foresta secondaria*), spesso con nuove essenze assai mescolate fra loro, quali la *pineta* sulle dune [illegible] stiere. In questa si hanno oggi molte specie importate, sopratutto dopo la scoperta dell'America, come le agavi.

2) *La steppa.* — È l'associazione erbacea tipica del clima subtropicale estremo delle zone continentali a lunghi mesi di asciutture, che occupa ampi spazi sul margine attorno ai deserti; durante il periodo secco l'erba scompare e la superficie del suolo rimane nuda e torna a farsi verdeggiante solo dopo le piogge.

Essa è una associazione aperta, costituita da graminacee e da piante erbacee vivaci a bulbi e stoloni, alle quali si aggiungono alberi isolati fortemente xerofili, come le palme nane (*Chamaerops humilis*) nelle zone settentrionali predesertiche dell'Africa Settentrionale. La steppa copre estese superfici nel sud della Russia e dell'Asia Centrale, nell'Ovest degli Stati Uniti e nell'Argentina, dove prende il nome di *pampa*, simile al *veld* transvaaliano dell'Africa Meridionale e del sud-est australiano.

Esistono grandi varietà di queste formazioni, a seconda della maggiore o minore umidità del clima e della natura del suolo, e dallo sfruttamento maggiore o minore fattone dall'uomo, con la pastorizia transumante, o con le colture estensive dei cereali. Alcune *steppe salate*, con erbe alofile e formazioni desertiche, si hanno sull'orlo degli *schott* del Sahara, con dei tamerici legnosi, oppure nel Turkestan e nel Deserto del Gobi. In Argentina (*salitral*) sono intercalate alle pampas, e nel Messico hanno anche alberi isolati di *Opuntia* e di *Cereus* (fig. 131-[4]).

3) *La foresta cinese.* — Nella Cina meridionale, dove si ha lo stesso regime termico, ma manca una stagione completamente secca, la flora è molto più ricca di quella mediterranea, pur avendo simili elementi. Prevale l'associazione forestale con sottobosco sviluppato, con liane ed epifite sempre verdi nelle regioni più umide (Florida, Nuova Zelanda). La foresta cinese non è però una formazione chiusa, ma piuttosto una *foresta a parco*, lungo i corsi d'acqua e sui versanti più umidi dei rilievi montuosi, intercalata, sui terreni più aridi, da formazioni erbacee della savana e delle praterie.

Fra le essenze di questa formazione forestale, oltre ai pini, le querce, i lauri, si [illegible]ungono tipi locali di conifere, quali le *Araucarie* e i *Gyngko* nell'Argentina, [illegible] [illegible]nte sempreverdi a foglie coriacee e a grandi fiori colorati, come le ma-

gnolie e le camelie arboree, insieme ad elementi tropicali, quali le p[illegible] e le felci arborescenti, in Giappone.

Negli altipiani del Messico, meno umidi, si hanno platani e fo[illegible] e vi si mescolano piante xerofile succulenti (agavi e *Cereus*); sul vers[illegible] delle Ande si ha una foresta di conifere speciali (*Sequoia gigantea*); [illegible] foreste di *Araucaria* e di *Eucaliptus*, con sottobosco di felci; nella [illegible] landa, oltre le felci arborescenti una conifera speciale (*Dammara*)

.§ 125. — Zone di vegetazione dei climi temperati. — Nei territori delle zone a clima temperato, specie nell'Emisfero settentrionale, dove le terre emerse sono più estese, importa distinguere le regioni costiere a clima marittimo e a piovosità abbondante uniformemente distribuita in tutti i mesi dell'anno, dalle regioni interne a clima continentale eccessivo, con piogge più scarse e prevalenti nel semestre estivo. In conseguenza le formazioni vegetali, chiuse e complesse nelle regioni costiere, vanno aprendosi e diradandosi in quelle interne, dove assumono caratteri sempre più accentuati di xerofilia. Carattere comune però a tutte queste piante è l'esistenza di un netto periodo di riposo invernale, dovuto alla prolungata ed accentuata stagione fredda.

La somiglianza dei climi in tutto l'Emisfero boreale, derivante dalla estensione dei continenti e dalla contiguità, fino a dopo il Terziario, delle terre circumpolari, danno una uniformità non solo biologica, ma anche di specie e di generi a tutta la vegetazione delle medie e alte latitudini dei continenti Euroasiatico e Americano. La diversità delle formazioni forestali ed erboree si notano sopratutto fra le zone marittime e quelle continentali, a clima eccessivo.

1) *Foresta boreale a latifoglie.* — Nelle regioni marittime umide, ad influenze oceaniche, si hanno foreste di alberi tropofiti, di statura superiore a quelli delle regioni subtropicali, ma inferiore a quelli tropicali, con foglie larghe che cadono generalmente ogni anno, durante la stagione invernale. Vi si trova scarsa varietà di essenze ed uniformità di specie, tanto che una sola specie può dare una formazione quasi pura (faggi, quercie, betulle ecc.). Queste foreste una volta coprivano la maggior parte del Continente Euro-asiatico, ma l'uomo, sopratutto dopo il 1000, le ha in gran parte distrutte, per estendere le colture, per cui rimangono oggi soltanto delle limitate superfici boschive, specialmente nell'Europa Occidentale e negli Stati Uniti atlantici (fig. 141-[3]). Queste non sono mai associazioni chiuse, ma presentano spiazzi erbacei determinati dall'azione dell'uomo o dalla progressiva sterilità del suolo, dovuto all'accumularsi secolare delle foglie cadute, che compromette l'esistenza degli alberi, per l'accesso di acido umico.

La quercia (*Quercus pedunculata* e *Q. robur*) è l'essenza predominante specialmente a sud, spesso coi rami delle piante secolari coperti di muschi e licheni; ad essa si aggiungono faggi, betulle, tigli, carpini verso il nord, e nel sottobosco noccioli, sorbi, nespoli, agrifogli, con salici nelle zone umide e mirtilli in quelle asciutte.

Unica liana, che si attacca a vecchi tronchi, è l'edera, vi sono poi colonie.

pure o miste, ma assai abbondanti di erbe che coprono il suolo, fra le quali gli anemoni, i ranuncoli ecc., e muschi e funghi sul terreno in decomposizione, dove si accumulano le foglie morte. La foresta a foglie caduche, oltre che nella Francia settentrionale, nell'Inghilterra, nella Svezia meridionale, nella Germania Occidentale, nell'interno della Balcania e della Pianura Padana, si trova nel bacino dell'Amur, nell'I. di Sachalin, nel nord del Giappone, negli Stati Uniti atlantici e nel Cile centrale.

2) *Foresta boreale a conifere.* — Nei paesi continentali, ad inverni assai rigidi, come nell'interno dell'Europa orientale, in Siberia e nell'America del Nord, si ha la foresta di conifere, talora di una sola essenza (pini, abeti, larici).

Gli alberi hanno foglie aghiformi sempre verdi, sono ricchi di resina, che protegge le piante dal freddo, mentre le nevi, che si accumulano sul suo fitto e minuto frondeggio, le preservano dal gelo.

È questa di solito una formazione chiusa, con scarso sottobosco erbaceo sotto le pinete, mentre il suolo è nudo sotto la scura volta degli abeti e dei larici.

Le foreste di conifere coprono enormi estesioni nelle terre boreali, raggiungendo coi larici, il loro limite settentrionale al C. Nord in Europa e al 72° parallelo, in Siberia, dove prende il nome di *taiga*, su suolo spesso aquitrinoso. Nell'America del Nord invece raggiunge solo il 67° parallelo e nel Labradòr il 68°. Nell'Emisfero australe questa foresta si trova con l'abete (*Abies excelsa*), ma con varietà diverse, soltanto nel Cile e nell'Australia Meridionale (fig. 141-[6]).

Gli estesi boschi di aghifoglie, a tronchi diritti e spesso senza rami nella parte inferiore del tronco, sono facilmente penetrabili e rappresentano una enorme riserva di legname da costruzione e da cellulosa, nei paesi in cui sono largamente sfruttati, come la Penisola Scandinava e il Canadà.

3) *La prateria e la steppa-prateria.* — Nell'interno dei continenti, a sud della foresta boreale, così nell'Europa Orientale, come nella Siberia e nell'America del Nord, le precipitazioni scendono sotto i 500 mm., e i venti continentali secchi accentuano gli effetti della scarsità delle piogge; in conseguenza l'albero non può più sussistere, scompare la foresta e prendono il sopravvento le associazioni erbacee.

L'umidità scarsa, ma uniformemente distribuita durante l'estate, la copertura sul suolo delle nevi invernali, che lo protegge dai geli eccessivi, favorisce una formazione erbacea chiusa, la *prateria*, come nell'Ovest degli Stati Uniti, costituita da graminacee e leguminose annue, o con riposo invernale, con qualche albero isolato ed arbusto, presso i corsi d'acqua, e con muschi e licheni.

In condizioni edafiche meno favorevoli si passa alla steppa-prateria, come la *puszta* ungherese, le *pampas argentine*, le steppe dei Chirghisi nel Turchestan, associazioni aperte a ciuffi d'erba isolati e adatte al pascolo nomade. Questo è stato poi esteso dall'uomo col disboscamento della foresta boreale, per ottenere terre coltivate, come sulle *terre nere* a cereali della Russia meridionale e degli Stati Uniti occidentali.

A particolari condizioni di suolo corrispondono speciali formazioni: nelle zone oceaniche o subcontinentali umide, si hanno le *lande* (fr. *lande*, ted. *Heide*) di terreno incolto, ad erbe xerofile; le *groane* di Lombardia e i *drumlins* della Pomerania sono terreni quaternari dilavati, ad impoverimento del suolo o a disboscamento come in Scozia. Piante aquatiche, che si decompongono alla base, mentre crescono alla superficie, innalzando il livello del terreno, si presentano nella torbiera ricche di acido umico (ted. *Moore*).

La steppa-prateria si estende in Ungheria, Ucraina, Kirghisia, Mongolia, Tibet, Montagne Rocciose, alte Ande, dove passa anche al deserto, [illegible] nell'Emisfero australe (fig. 141-[4]).

§ 126. — Zone di vegetazione dei climi freddi. — Nell'interno dei continenti, alle alte latitudini, il freddo eccessivo e prolungato e la scarsezza delle precipitazioni, tendono ad imprimere alla vegetazione un carattere desertico. Mancano alberi d'alto fusto, perchè difficilmente possono svilupparsi le radici su un terreno gelato per molti mesi dell'anno, perchè il periodo vegetativo è di brevissima durata e le parti aeree sono sottoposte all'azione disseccante dei venti rigidi. In conseguenza gli alberi si riducono a forme nane e striscianti sul suolo, e le stesse specie erbacee hanno un adattamento xerofilo a foglie ridotte e coriacee, a ciuffi ammassati nelle depressioni del suolo, e presentano un periodo vegetativo breve, ma molto rapido e fioritura a colori assai vivaci, durante le lunghissime giornate estive.

Le betulle e i ginepri sono le ultime forme arbustive artiche, con rami orrizzontali distesi al suolo, al riparo di qualche ostacolo, mentre più a nord, troviamo la *tundra*, associazione erbacea, aperta, caratteristica delle terre artiche, in cui dominano muschi e licheni piante elementari, con qualche arbusto di pino mugo. Essa si estende nell'alta Siberia, nel nord del Canadà e nella Nuova Zembla (fig. 141-[7]).

Il periodo vegetativo di queste formazioni è ridotto appena a due mesi, ciò che impedisce la diffusione delle piante annue, onde predominano le erbe a bulbi e stoloni sotterranei, con sviluppo rapidissimo durante la breve estate.

Il freddo ritarda anche l'ossidazione delle materie organiche, per cui il suolo presenta un eccesso di acido umico, nocivo alle piante superiori, se non ai licheni.

Le nevi, che si sciolgono d'estate, si accumulano nelle piccole depressioni, dove si hanno torbiere a sfagni, mentre nelle pendici soleggiate e riparate dal vento, vi sono vere praterie, come sul litorale della Groenlandia.

§ 127. — Zone di vegetazione desertica. — L'estesa fascia di deserti, che si stende nell'interno del Continente Antico, fra la zona tropicale e quella temperata, e nell'interno delle terre australi dell'Africa Meridionale e dell'Australia, rappresenta il termine ultimo a cui si giunge per graduale impoverimento della vegetazione aperta ed erbacea, della savana e della steppa (fig. 141-[4]). La vegetazione non è completamente assente nei deserti, ma è soggetta a scomparire per la scarsità e incostanza delle piogge, che scendono sotto ai 300 mm. annui, nelle zone calde, e sotto ai 200 mm., in quelle temperate-fredde.

Nei deserti mancano gli alberi e le formazioni erbacee sono estremamente aperte, tanto che non si può parlare di associazione, si trovano ciuffi isolati di piante xerofile a fusto sotterraneo (rizomi, bulbi) oppure con fasci enormi e profondi di radici (come le graminacee), a foglie ridottissime acicular, o rami secchi. Si hanno talora addensamenti a cuscinetto schiacciato al suolo, per raccogliere le rugiade notturne.

La densità maggiore o minore della formazione dipende dalla profondità della falda d'acqua sotterranea. Quando questa è presso il suolo, nelle depressioni a sabbie filtranti, la vegetazione è lussureggiante, e si hanno le *oasi*, sempre verdeggianti, con palme da dattero, tamerici, pistacchi, olivi, fichi ecc.

Il periodo vegetativo delle piante xerotermiché dei deserti è molto rapido, ma breve, gran parte dell'anno le piante sono in istato di riposo e i semi possono rimanere parecchi anni senza germinare. Molte delle specie desertiche sono endemiche, come lo *Spinifex* dell'Australia, giacchè il deserto si oppone alla migrazione di piante attraverso di esso.

Non mancano forme arborescenti con grande sviluppo di spine e di rami senza foglie (come le acacie nane), ed anche piante succulenti, ma sempre isolate (come i *Cereus* messicani).

1) *Deserti tropicali.* — Vi sono notevoli differenze sistematiche e biologiche nella flora desertica, a seconda della latitudine, altitudine e continentalità della regione.

Nei *deserti tropicali*, che sono i più estesi, l'adattamento xerofilo è dato sopratutto dalle brevità della vita delle piante annue (graminacee), o erbe spinose (*drinn*) con affinità, nel Sahara e nell'Arabia, alla flora mediterranea da una parte, con piante succulenti (ficodindia) e quella Sudanese ad arbusti spinosi e foglie fugaci (*Retem* e *Acacia horrida*) dall'altra. Nell'Africa Meridionale (deserto del Kalahari), si hanno piante succulenti caratteristiche, come le *Welwitschia mirabilis*, a tronco alto 20 cm. e foglie coriacee lunghe un metro, oppure piante spinose, a radici lunghe più di 15 m. (*Acanthosycios horrida*) e l'euforbie e l'aloe dell'Abissinia. Nei deserti del Messico e nel nord del Cile, predominano le forme succulenti (*Yucca*, dalle punte acute, e *Cereus* di 10-15 m. d'altezza), e in quelli australiani cespugli di acacie e di *Spinifex* a rami corti, spogli, rigidi, acutissimi.

2) *Deserti freddi delle zone temperate.* — Negli altipiani dell'Asia Centrale (deserto del Gobi), l'eccesso del freddo invernale e la scarsità e irregolarità delle piogge estive, non permettono la vegetazione arborea, ma solo qualche arbusto spinoso, e il resto del suolo è nudo; nelle zone più favorite si hanno delle steppe erbacee molto rade. Invece nei deserti dell'America settentrionale, fra le catene delle Montagne Rocciose (Arizona) si hanno varietà di forme tropicali succulenti ed arbustive, ma mancano quelle erbacee.

§ 128. — ZONE DI VEGETAZIONE DI MONTAGNA. — Le piante di montagna (*orofite*) presentano particolari caratteri biologici e sistematici, per cui si ripete, in senso verticale, la distribuzione delle zone di vegetazione che si è osservata nel senso dei paralleli, con particolari varietà a seconda della latitudine, dell'altezza sul mare, della continentalità e della natura del suolo.

La evaporazione, maggiore in montagna che non in pianura, la luce più intensa, le oscillazioni termiche diurne e stagionali più accentuate, dànno luogo a particolari adattamenti, che si riflettono sull'aspetto complessivo di queste formazioni.

Si distinguono essenzialmente due zone di vegetazione montane: una inferiore o *subalpina*, prevalentemente arborea, sulle pendici dei monti, ed una superiore od *alpina*, generalmente erbacea, sulle cime montuose.

a) *Zona subalpina* o *montana*. — È coperta generalmente da una formazione arborea, che si estende sulle pendici inferiori dei monti, con una cintura di boschi, dovuta all'aumento delle precipitazioni sui versanti inferiori, dove presenta diverso sviluppo, a seconda dell'esposizione ai venti umidi e all'insolazione. Di solito nelle vallate montane, si ha un versante *ad ombrìa* o *a bacìo* (fr. *ubac*, ted. *Schattenseite*) umido, ombroso e boscoso, ed uno a *solatìo* (fr. *adret*, ted. *Sonnenseite*) soleggiato, asciutto e scarso di boschi.

Nelle zone temperate questi boschi sono formati da essenze della foresta boreale e distinti in zone sovrapposte di latifoglie (castagneti, querceti, faggeti) in basso, e di conifere (pinete, abetine, lariceti), in alto.

I boschi delle montagne nelle zone temperate, sono costituiti da alberi, arbusti e piante erbacee vivaci di specie boreali, che vivono nelle sottostanti pianure e che dànno luogo a formazioni molto più ricche e più varie di quelle delle

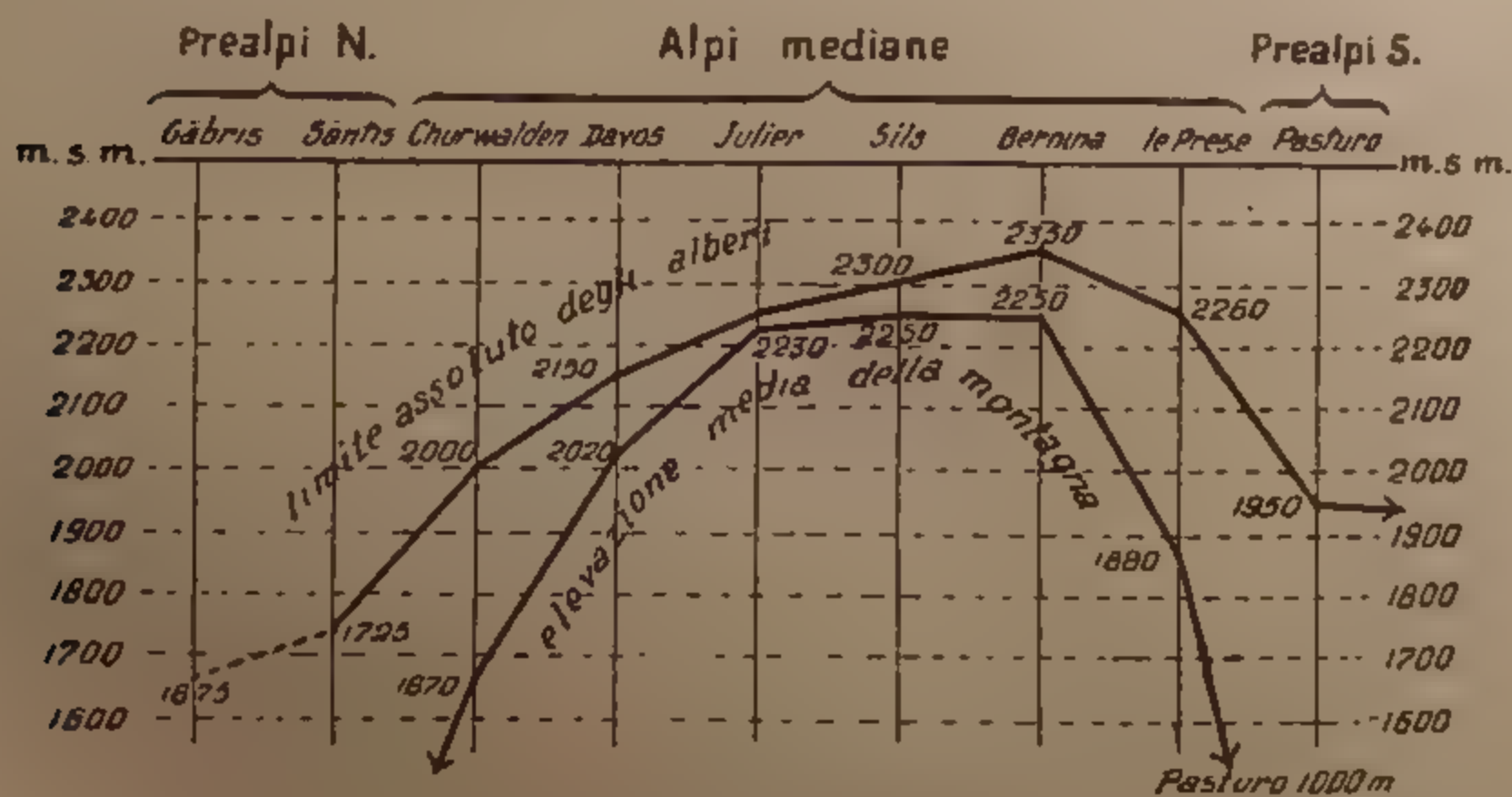



Fig. 142. — Limiti altimetrici del bosco nelle Alpi Centrali, secondo Brockmann.

regioni pianeggianti. È sopratutto la quercia (*Quercus pedunculata*, nelle montagne settentrionali, o la *Q. robur*, nelle Alpi meridionali), che forma la fascia boschiva inferiore, fin quasi ai 1000 m. s. m.; intercalata e sottoposta al castagno (*Castanea vulgaris*) o al pino (*Pinus silvestris*), a seconda del clima e della vegetazione delle sottoposte pianure, fino a 800 m. il primo e 1100 il secondo Segue il faggio, specie sull'Appennino, mescolato all'abete (*Abies pectinata*), al

cui limite superiore si trova l'*Abies excelsa* e il *Pinus Cembra*, specialmente nelle Alpi Centrali, e il *Larix decidua*, nelle alte vallate interne secche e soleggiate, fin oltre i 3200 m. s. m.

Sotto la foresta subalpina, lo strato erbaceo è di solito ridotto, salvo che nelle radure spesso artificiali, ed è costituito da associazioni di labiate, leguminose, rosacee e, verso il limite superiore della foresta, da cespugli di pini mughi, alni, mirtilli, rododendri, ginepri. Sotto le folte foreste di conifere il terreno è spesso nudo.

Il limite superiore delle formazioni forestali, che ha grande importanza economica, dipende dall'umidità, dalla temperatura, dalla natura del suolo e dalla media altezza delle masse montuose. Questa zona di transizione, verso la superiore zona alpina, spesso estesa dall'uomo col disboscamento, è una associazione arbustiva aperta, in cui vi predominano cespugli di pini mughi, di ginepri, di mirtilli, di rododendri, con forme nane e rami distesi al suolo, fra alberi isolati, sparsi di *Abies excelsa* e *Pinus montana*, che i venti violenti delle alte cime montuose stroncano e isteriliscono.

Il limite medio della foresta montana, per le caratteristiche climatiche variabili con l'altezza, presenta uno spiccato parallelismo coll'altezza media della massa montuosa (fig. 142), essendo assai più elevato nelle catene mediane che in quelle esterne.

	Limite della foresta	
	medio m.	massimo m.
Prealpi del Delfinato	1600	2000
Alpi Occidentali (Tarantasia)	2150	4000
Giura Svizzero	1550	1610
Prealpi Svizzere (Pilato)	1660	2132
Alpi Centrali (Bernina)	2150	4052
Alpi Centrali (A. Bernesi)	1950	4275
Alpi Orientali (Dachstein)	1731	2996
Alpi Orientali (Oetzthal)	2080	3776
Alpi Orientali (Alti Tauri)	2016	3797
Alpi Orientali (Gruppo Brenta)	1980	3256
Alpi Orientali (Dolomiti)	2069	3500
Pirenei	2150	3404
Carpazi settentrionali (Tatra)	1510	2660
Balcani (Stara Planina)	1850	2186
Caucaso (Elbruz)	2200	5630
Sierra Nevada (Spagna)	2100	3481
Etna	2000	3274
Himalaia (versante sud)	4000	8500
Montagne Rocciose (Middle Park)	3600	4350
Cile Meridionale	1800	3900

b) *Zona alpina*, propria delle alte vette montuose, presenta condizioni climatiche simili a quelle delle zone polari per le basse temperature anche estive, per la prolungata copertura nevosa, per le scarse precipitazioni e per i venti freddi che la disseccano [illegible]. La flora, prevalentemente erbacea, presenta adattamenti [illegible] simili a quelli delle zone artiche, e costituisce una formazione spesso aperta di prato-steppa dei pascoli alpini, che vanno aprendosi sempre più verso il limite delle nevi perpetue o della roccia nuda, dove crescono licheni simili a quelli della tundra polare e piccole piante nevali.

È di solito una flora eliofila, per la forte trasparenza dell'aria, con piante erbacee dai fiori a colori assai vivaci (genziane, linarie, orchidee) a breve periodo vegetativo, corrispondente all'intenso ma ristretto riscaldamento estivo (prevalenza di piante annue), ma con adattamenti xerofili, per i forti venti che aumentano la traspirazione, così come le stelle alpine (*Edelweiss*) delle vette calcaree con le foglie feltrate, le artemisie (*genepìs*), le achillee, i miosotis (*Eritrichium nanum*), di piccola statura, addensate in cuscinetti distesi al suolo e abbarbicati con lunghe radici (*Silene acaulis*). Le piante vivaci hanno sviluppato caule sotterraneo, e spesso corti rami con foglie coriacee, giacchè le basse temperature limitano l'accrescimento dell'apparato vegetativo che i venti disseccano.

Questa flora alpina ha la stessa origine della flora artica, da cui fu separata solo posteriormente al Periodo glaciale; di qui l'uniformità delle specie predominanti così sulle Alpi, nei Pirenei, sui Carpazi, nel Caucaso, come sulle Montagne Rocciose e sulle Ande.

Nelle alte montagne tropicali, la *zona subalpina* è simile a quella della foresta tropicale che la circonda: foresta vergine o foresta a parco con epifite e liane, che si può innalzare fin sopra i 1000 m. s. m.; ma oltre quest'altezza s'intercalano specie orofite tropicali, con speciali quercie conifere, mentre diminuisce e scompare il sottobosco, e si apre la foresta, il cui limite superiore, assai più elevato, si aggira fra i 3000-3500 m.

Nelle montagne tropicali, le vallate non presentano differenze di formazioni vegetali sui due versanti, giacchè il Sole, raggiungendo lo zenit, illumina egualmente le due parti.

Col diminuire delle precipitazioni con l'altezza, si passa alla zona limite superiore della foresta dove la flora presenta il carattere subtropicale con arbusti xerofili, con *Bambusa* e *Pandanus* nell'India, con cespugli di piante succulenti (*Senecio* e *Lobelia* arborescenti) nell'Africa Meridionale (Ruvenzori), e in genere piante erbacee giganti a grandi infiorescenze, per la forte intensità luminosa.

Fra i 3-4000 m. nelle montagne tropicali, s'incontra la *zona alpina* con una steppa aperta, con magri arbusti xerofili e piante a cuscinetto, come nelle zone temperate. Così sul Kilimangiaro (Africa equatoriale) verso i 4-4500 m., si ha un pascolo aperto di graminacee, che passa oltre questa altezza, alla tundra nivale di muschi e licheni vivamente colorati.

Nelle montagne tropicali del Nuovo Mondo, dai 2400 ai 4000 m., si ha un clima temperato caldo, con molte specie, che furono importate e acclimatate anche in Europa ed in Asia, quali la patata, i lupini, il tabacco ecc.

CAP. XXIII.

ZOOGEOGRAFIA

§ 129. — FATTORI GEOGRAFICI DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI ANIMALI. — La *Zoogeografia* o Geografia degli animali, studia la ripartizione sulla superficie terrestre della vita animale nei suoi vari caratteri ed aspetti, legati anch'essi alle condizioni dell'ambiente.

Le relazioni col mondo esterno sono però assai più varie e complesse per gli animali, che non per le piante, poichè essi subiscono meno passivamente le influenze esterne alle quali oppongono notevole reazione, sia perchè possono sviluppare calore nel ricambio col mondo fisico, sia perchè gran parte di essi hanno la possibilità di spostarsi, più o meno rapidamente, e quindi di occupare aree di diffusione più vaste e meno delimitabili.

Tuttavia gli animali dipendono, per il nutrimento, dal mondo vegetale, direttamente se erbivori, indirettamente se carnivori. Così, in natura, la vita sociale degli animali è inseparabile da quella delle piante e spesso si hanno, non esclusive associazioni di animali, ma *associazioni miste* di animali e di piante. Per queste ragioni le formazioni zoologiche non sono facilmente riconoscibili, nè delimitabili con tutta precisione sulla superficie della Terra.

Fra i fattori fisici influenti sulla distribuzione degli animali, la *luce* agisce indirettamente, in grazia al loro nutrimento di piante verdi, che si sviluppano soltanto nelle zone illuminate, o di elementi organici provenienti da un ambiente illuminato.

L'azione diretta della luce è spesso nociva agli animali fissi, sotterranei od aquatici, cosicchè per es., nelle zone ad alte e basse maree, essi si sviluppano, di solito, al riparo dell'insolazione diretta. La luce provoca invece reazioni motrici negli animali mobili, essendovi delle specie *lucifughe*, come molti dei cavernicoli o notturni, quali i gufi e i pipistrelli, ed altre *lucifile*, come molti ortotteri (moscerini, zanzare ecc.).

Lo stesso pigmento colorato degli animali marini è talora complementare alle radiazioni luminose, che arrivano alle varie profondità dove essi vivono; mentre può variare il colore pigmentario delle specie di regioni a forte luminosità, come la colorazione nera assorbente della luce, frequente negli animali di montagna o delle basse latitudini.

La *temperatura* ha influenze diverse nei vari gruppi animali. Anzitutto gli animali superiori, a respirazione polmonare (uccelli e mammiferi), per la forte ossidazione dei loro tessuti, sviluppano calore ed hanno una temperatura costante, quasi indipendente da quella esterna (*animali a sangue caldo*), ma è necessario per essi un nutrimento sufficiente alla loro intensa combustione, o tessuti di isolamento (grasso sottocutaneo, piumaggio abbondante), per non disperdere il calore prodotto; nel qual caso diventano *euritermi*, cioè sopportano forti variazioni di temperatura esterna. Se invece sono *stenotermi*, mal sopportando oscillazioni della temperatura ambiente, hanno la possibilità di spostarsi (uccelli, rumi-

nanti, pesci), per cercare condizioni più favorevoli (*migrazioni*), oppure di pas-sare in forma di vita rallentata (*ibernazione*), i periodi con eccessi positivi o ne-gativi di temperatura.

Gli animali a sangue freddo, a respirazione più rallentata (rettili, anfibi, pe-sci) o a lento ricambio cutaneo (invertebrati), pur non avendo la temperatura regolata da quella dell'ambiente, hanno una localizzazione più specifica, sono cioè *stenotermi freddi* (come i pesci e i crostacei delle acque di montagna, sotter-ranee e profonde marine o lacustri), o *stenotermi caldi*, delle acque superficiali calde, quali i coralli dei mari tropicali con temperature mai inferiori a 18°-20°.

Vi sono però anche animali superiori, a sangue caldo, che preferiscono alte temperature, (quali i pitoni, i crocodiliani, i primati, i proboscidiani ecc., che sono animali tropicali) e quelli (come le foche, gli orsi bianchi, i pinguini ecc.) che sono adattati ai climi freddi.

L'*umidità*, a differenza che nelle piante, ha meno influenza sugli animali. Salvo il caso della necessità dell'acqua, come mezzo ambiente per gli animali aquatici, per gli altri animali terrestri l'acqua è solo da considerarsi come indispensabile elemento nutritivo.

Soltanto gli anfibi, alcuni vertebrati superiori (pinnipedi, orsi bianchi, coccodrilli, rane ecc.) ed insetti, possono passare indifferentemente dall'acqua all'aria, per un tempo più o meno lungo, in determinati periodi della loro vita.

Ad ogni modo, la complessità dei rapporti del regno animale col mondo esterno essendo molto maggiore che per le piante, molto più estese e varie sono le aree di diffusione degli animali, legati più che al suolo e al clima, alle condizioni biologiche di nutrizione; cosicchè la divisione del Globo in *regioni zoologiche*, per ogni singola specie, in analogia a quanto si è detto per le regioni floristiche vegetali, ha un significato geografico molto minore. Importanza maggiore hanno invece i *domini faunistici*, corrispondenti alle formazioni vegetali, nelle quali vivono particolari associazioni animali.

Prima divisione fondamentale è quella derivante dalla esistenza di due mondi distinti biologicamente e geograficamente, quello degli *animali aquatici* e quello degli *animali terrestri*, fra i quali non v'è possibilità di scambio, salvo che per poche specie (anfibi).

§ 130. — LA FAUNA MARINA. — Dicesi *fauna* un aggruppamento di specie animali, anche sistematicamente diverse fra loro, dai mammiferi ai protozoi, ma adattate a vivere in un comune ambiente fisico.

Il maggior numero di animali marini, che vivono nelle acque, sono organizzati per respirare l'ossigeno disciolto nell'acqua, sia a mezzo delle branchie o attraverso la pelle, con debole ossidazione dei loro tessuti e quindi con temperatura simile a quella del mezzo ambiente. Questi, come i pesci, sono di solito a sangue freddo e vivono in zone a temperatura determinata (*stenotermi*); altri sono *euritermi*, capaci di sopportare le variazioni termiche non brusche delle acque, in grazia alla loro respirazione polmonare, al sangue caldo e ad uno strato di grasso (cetacei, sirenidi e foche) e quindi hanno una maggiore possibilità di spostarsi nel mezzo acqueo.

Gli animali marini, non essendo legati direttamente alla luce, come le piante verdi, non hanno limiti nella loro distribuzione anche nelle grandi profondità oscure. D'altra parte la pressione esterna, pur essendo fortissima alle grandi profondità marine (1 atmosf. ogni 11 m. di profondità), è esattamente equilibrata da quella interna, e perciò non impedisce agli animali il moto e la capacità di portarsi in zone a diversa pressione liquida. La densità dell'acqua e la sua viscosità facilita il galleggiamento anche di animali enormi, quali i cetacei (la cui morfologia, come per tutti gli animali aquatici, è adattata al nuoto: corpo allungato, pinne natatorie e timoniere, ossa leggere e spugnose ecc.).

Rispetto alla possibilità di movimento, le associazioni animali marine si distinguono in: *Bentos*, l'insieme di quelli la cui vita si svolge sul fondo del mare, vicino o lontano che sia dalla zona litorale, e che può essere *fisso* al fondo (coralli, asterie, crinoidi ecc.) o *mobile* strisciante sul fondo stesso (gasteropodi, lamellibranchi ecc.), per cui è strettamente legato alle condizioni dell'ambiente; *Necton* è l'insieme degli animali marini (crostacei, pesci, mammiferi), natanti con movimenti spontanei, entro le masse o alla superficie dei mari e degli oceani, e quindi meno soggetti all'ambiente fisico, che possono cambiare; *Plancton* è l'insieme dei micro-organismi, vegetali o animali, generalmente inferiori, galleggianti senza movimento proprio nelle masse delle acque e trasportati dai moti di queste (protozoi, diatomee, piccoli crostacei, larve e uova di crostacei e di pesci, alghe ecc.). Dipendente come è dalle condizioni fisiche delle acque (variazioni di temperatura, salinità, correnti ecc.) esso può subire spostamenti orizzontali e verticali, stagionali o diurni, e rappresenta il nutrimento di un gran numero di pesci, per cui trascina dietro di sè buona parte del Necton, ed ha quindi grande importanza per la ripartizione delle zone pescherecce.

Per la continuità dell'ambiente marino, essendo le masse oceaniche intercomunicanti fra loro, e per la uniformità di temperatura delle acque profonde, la espansione naturale degli animali marini è teoricamente illimitata. Solo la salinità è causa di differenziazione, sopratutto per le faune d'acqua dolce, distinguendosi gli animali *euroialini*, capaci di sopportare, continuamente o in certi periodi della loro esistenza (anguille), variazioni di salinità, come nelle lagune e presso le foci fluviali, da quelli *stenoialini*, che non possono sopportare tali variazioni, pena la morte; così le specie marine non possono vivere nelle acque dolci, e le specie d'acqua dolce muoiono arrivando al mare.

Grazie all'uniformità dell'ambiente marino non possono esservi grandi varietà di specie animali fra i vari oceani; notevoli invece sono le differenze fisiche, di luce, temperatura, pressione e moto delle acque nel senso verticale, e da queste derivano differenziazioni fra animali di profondità, di superficie, di alto mare e di zone costiere.

La fauna marina si distingue quindi in tre *domini* o *zone biologiche* comuni a tutti i mari ed oceani, corrispondenti alle diverse condizioni batimetriche: *neritica* o *litorale*, sopra la piattaforma continentale, fino a non più di — 200 m. di profondità; *pelagica* alla superficie degli oceani e mari aperti, fin sotto i — 1000 m.; *abissale*, al di sotto dei — 1000 m. fino ad oltre — 6000 m., sopra i fondi oceanici (fig. 143).

Fig. 143 — Domini delle faune marine di superficie

a) *Zona litorale.* — Comprende la fascia marittima costiera, più o meno ristretta e più o meno inclinata, entro la quale si fanno sentire le radiazioni solari, con variazioni termiche stagionali, e penetra luce sufficiente alla vita vegetale (alghe calcaree nel Mediterraneo, fino a — 120 m., fuchi e laminarie nei mari settentrionali, fino a — 45 m.), e dentro la quale vi è una ricca fauna di pesci erbivori. La salinità è assai variabile, a seconda dei mari, delle stagioni e della presenza o meno di foci fluviali; in genere vi predominano le specie euroialine. La natura geologica del litorale, rocciosa, sabbiosa o fangosa, determina diversi tipi di fauna variamente colorata e con adattamenti speciali. E poichè in questa zona sono specialmente sensibili i movimenti delle acque (maree, correnti, moto ondoso), gli animali presentano particolari difese meccaniche, per resistere agli urti (grossi gusci e conchiglie calcaree) o per fissarsi al fondo (ventose, tentacoli, bisso ecc.). La grande diversità di ambienti e la discontinuità di questo dominio dànno luogo a faune molto varie, in cui sono rappresentati tutti i tipi biologici, di Bentos, di Necton e di Plancton, per quanto molte delle forme larvali vivano spesso nella zona pelagica.

Nei mari a forti maree, si hanno forme particolari di Bentos, che mancano invece nei mari interni a piccole maree; così patelle, balani, molluschi litofagi, con ventose o ripari atti a resistere alla forte risacca, e artropodi, crostacei, gasteropodi capaci di vivere alternativamente sommersi ed emersi. Il Necton delle zone costiere a vasti erbai sottomarini, è ricco di pesci, con particolare mimetismo di colore e di forme e con periodicità di spostamenti nei loro diversi stadi vitali (fecondazione, deposizione e sviluppo delle uova ecc.), anche per lo spostamento del plancton di cui si nutrono, e che è molto sensibile alle variazioni termiche stagionali. Alla foce di grandi fiumi (Rio delle Amazzoni, Mississippì, Gange ecc.), si ha una fauna, che può risalire anche le acque dolci (alligatori, delfini ecc.); mentre nei mari freddi, boreali ed australi, essa presenta comuni caratteri, biologici e sistematici, con particolare sviluppo di mammiferi a sangue caldo e a tessuti grassi coibenti (balenotteri, foche ecc.), molti dei quali, per la mancanza di flora sottomarina, sono carnivori (foche, lontre marine ecc.).

Nelle zone litorali tropicali, fra il 32° parallelo nord e sud, dal Brasile alla Florida, dal G. di Guinea al M. Rosso, dall'Australia alle Isole della Polinesia, nei mari costieri poco profondi (fino a — 46 m.) si ha un Bentos costruttore, costituito da madrepore, alcionarie e alghe calcaree, che vivono in acque limpide, assai salate, con temperatura mai inferiore ai 18° e i cui frantumi, cementati fra loro, costituiscono la base delle costruzioni madreporiche dove abitano spugne, vermi, molluschi, fra cui la *Tridacna perlifera*), attinie, asterie, crostacei e pesci dalle tinte più vivaci e delicate.

b) *Zona pelagica o d'alto mare.* — Gli strati superiori della superficie degli oceani, presentano condizioni fisiche molto varie di pressione, luminosità, temperatura e salinità con relative variazioni stagionali.

Il *Plancton di superficie*, molto abbondante, è diverso da mare a mare; penetrando le radiazioni chimiche della luce fino a — 350 m., vi si trovano vegetali (alghe) e animali a corpo molle (meduse, sifonofori, ctenofori) con oscillazioni verticali giornaliere, giacchè alcune di queste specie sono lucifile, altre lucifughe.

Il *Plancton di profondità* o *Batiplancton* è invece esclusivamente animale e molto uniforme in tutti i mari.

Legato al Plancton vive il Necton, costituito da animali mobili, che se ne nutrono e che ne seguono gli spostamenti. Variando la qualità e l'abbondanza del Plancton con la temperatura delle acque, varia anche la specie del Necton, più abbondante, di solito, nei mari freddi e costituito di pesci (merluzzi, aringhe, sardine), da grandi cetacei (balene), da molluschi (polipi, cefalopodi), crostacei e testuggini, che talora si raggruppano in branchi enormi, anche della stessa specie, sopratutto nei punti d'incontro di correnti calde e fredde, dove di solito si aggruppano specie diverse, per cui queste zone costituiscono regioni di grande pesca (così il Banco di Terranova nell'Atlantico, al contatto della Corrente calda del Golfo con quella fredda del Labrador).

In genere, gli animali pelagici hanno una densità di poco superiore a quella dell'acqua, per potere immergersi a grandi profondità e risalire alla superficie, seguendo lo spostarsi del Plancton; sono quindi minutissimi i gusci dei crostacei, le conchiglie dei molluschi, gli scheletri dei pesci.

Nei mari caldi spesso gli animali sono fosforescenti, accendendosi al minimo urto del moto ondoso o delle navi, che lasciano dietro di sè una scia luminosa. I colori delle numerose specie di Necton di superficie vanno dalla completa trasparenza dei ctenofori, al colore azzurrognolo argentato o metallico delle attinie e delle sardine, mentre nel Necton di profondità prevalgono i colori bruni o violetti.

c) *Zona abissale o di profondità*. — La zona abissale sotto i −100 m. di profondità presenta condizioni fisiche tutte diverse, ma uniformi nei vari oceani e mari. Le pressioni enormi che si riscontrano a tali profondità, hanno scarsa o nessuna influenza su quegli abitatori, che appartengono a tutti i gruppi animali, dai pesci, ai molluschi, ai crostacei, ai crinoidi ecc., giacchè la contropressione interna dei loro tessuti, imbevuti d'acqua, contrabilancia quella esterna. La penetrazione delle radiazioni termiche solari, che varia con la latitudine, ma che non arriva oltre i 500 m., fa sì che la temperatura, inferiore ai 3° C e che si abbassa lentamente fin verso 0°, è costante in tutti i mari e in tutte le stagioni, e l'oscurità sarebbe perfetta se la fosforescenza animale non la rischiarasse qua e là. Il fondo degli oceani, al di fuori della scarpata continentale, ha forme molli e ricoperte da una fanghiglia finissima, sulla quale certe specie animali possono poggiarsi o strisciare.

In queste condizioni uniformi d'ambiente, vive una fauna assai uniforme in tutti i mari ed oceani, che ha caratteri arcaici, simili a quelli di antiche faune geologiche.

Di necessità carnivori, questi animali, con ampia bocca, denti, artigli e sviluppati organi di presa, si danno la caccia fra di loro, e certi crostacei ed echinodermi si nutrono della fanghiglia del fondo, ricca di sostanze organiche, che lentamente vi si depositano dall'alto.

La fauna abissale vive raggruppata in colonie, che formano delle oasi luminose, separate da spazi quasi completamente azoici ed oscuri. La colorazione di questi esseri è assai vivace, predominando i colori rosso, violetto e porpora. Dove v'è assenza di luce, molte specie sono cieche e fornite allora di sviluppatissime

appendici tattili; altre invece, specialmente i pesci forti nuotatori, i cefalopodi e crostacei hanno organi fotogeni ed occhi sviluppatissimi, ipertrofici, sviluppati a telescopio, all'estremità di appendici allungate, che servono loro per individuare la preda e per l'accoppiamento.

La fauna abissale viene raccolta mediante speciali reti a strascico (nasse) di grande profondità, da speciali spedizioni oceanografiche, ma essa giunge alla superficie già morta, per le fortissime e rapide variazioni d'ambiente fisico a cui viene portata.

§ 131. — La fauna delle acque continentali. — Il dominio di questa fauna, a confronto di quella marina, è assai limitato; in esso, per la scarsa salinità delle acque continentali, non possono vivere le specie della fauna marina e viceversa, salvo che per brevi periodi di vita di alcune specie (es. le anguille). Come per le zone litoranee, si possono distinguere domini faunistici differenti, ma tuttavia vi sono analogie fra la fauna ittica delle acque dolci del Nuovo e del Vecchio Mondo, di questo e dell'altro emisfero, ciò che farebbe supporre una comune origine, con lenti successivi adattamenti.

Dal punto di vista biologico si può distinguere una fauna di *acque salmastre*, una di *acque lacustri* e una di *acque fluviali*.

a) *Zone salmastre.* — Le acque salmastre degli estuari, stagni e lagune costiere sono una mescolanza, assai variabile di proporzioni, di acque di mare e di acque dolci.

In esse vive una fauna di solito ricca d'individui, ma scarsa di specie, derivante da una mescolanza di specie marine e continentali euroialine, capaci cioè di sopportare notevoli variazioni nel tenore della salinità; si notano anche variazioni di specie animali nelle diverse località e nelle varie stagioni. Come la carpa, il luccio, il muggine, il persico, l'anguilla ecc., così pure alcuni crostacei, possono passare dall'acqua di mare a quella dolce e viceversa, nei varii periodi della loro vita, ma di solito il periodo riproduttivo avviene sempre nell'ambiente originario.

Nelle acque salate continentali a forte concentrazione, come il Mar Morto in Palestina, il Lago Salato degli Stati Uniti d'America, il L. Natron dell'Egitto, che non sono e non furono in comunicazione col mare, vivono piccoli crostacei, che passano in letargo i periodi di massima salinità, durante i periodi di mancanza di pioggie, oppure da larve molto resistenti alla osmosi; talora queste acque sono completamente azoiche, come nel Mar Morto.

Le acque termali, che non superano i 40° C., possono essere abitate da alcune specie euriterme e euroialine di protozoari, crostacei e molluschi, mentre le specie vegetali inferiori, come le alghe, possono sopportare temperature anche di 80° C.

b) *Zone lacustri.* — Vi si possono distinguere, come nei mari, tre zone:

1) La *zona litorale*, fino alla profondità di circa −30 m., ad acque con temperatura variabile, fauna euriterma di pesci, anellidi, crostacei nascosti nel fango, molluschi, e larve d'insetti anche terrestri (libellule,

scarabei, mosche, zanzare, che attirano il Necton, per cui questa è la zona pescherecccia.

2) La *zona pelagica* è ricca di Plancton organico trasportatovi in sospensione dalle acque torrentizie, ma è priva di vita vegetale, per la poca trasparenza delle acque lacustri. Questo ha migrazioni verticali stagionali e giornaliere, durante il giorno trovandosi fra — 20 e — 40 m. e risalendo alla superficie nelle notti oscure, e presenta talora specie a brillanti colori (L. di Tovel, nel Trentino). Fra il Necton vi sono soltanto poche specie di pesci, quali le trote, i salmoni, le ombrine ecc., e solo alcuni crostacei.

3) La *zona profonda*, propria dei grandi laghi che raggiungono i 1000 m. di profondità, con oscurità perfetta e temperatura costante, ha caratteri diversi, a secondo della latitudine e altitudine (es. il L. Niassa, tropicale con acque a 22° C., il L. Michigan a 4° C. tutto l'anno). La fauna è rara e poco ricca di forme. Vi sono dei rizopodi, nematodi, qualche piccolo mollusco e crostaceo e qualche pesce (ombrina).

Nella zona profonda lacustre è assente completamente la fosforescenza per cui molte specie sono cieche.

Nel L. Baical, che nell'Èra Terziaria era un ramo di mare e che arriva fin oltre i — 1521 m. di profondità, vi sono specie endemiche arcaiche, fra cui spugne, anellidi, pesci ed una foca simile a quella dei mari glaciali. Anche il L. Tanganica, nell'Africa tropicale, profondo — 1435 m., ha molte specie endemiche, fra cui una medusa, spugne, crostacei e numerosissimi gasteropodi, simili a quelli marittimi.

c) *Zone fluviali.* — I corsi d'acqua presentano specie ittiche diverse, a seconda della quantità e costanza delle loro portate e dei movimenti della loro massa, e cioè della diverse condizioni di temperatura e di areazione delle acque.

Nei fiumi si possono distinguere due forme principali, quella del fondo fangoso ricco di detriti, di larve, di vermi, di molluschi, che alimentano pesci mediocri nuotatori, striscianti sul fondo, come le anguille, i gobbi, le tinche; e quella della corrente viva superiore, di pesci nuotatori, quali le lasche, le reine, il pesce persico ecc.

Questi pesci sono strettamente isolati entro ogni bacino fluviale, giacchè salvo che per l'anguilla, ogni barriera terrestre è per essi insormontabile, e sono tanto più numerosi, quanto più il bacino idrografico è grande, il clima è caldo, l'acqua limpida, la corrente moderata e la flora aquatica abbondante.

I torrenti hanno una fauna, che ha bisogno di acque fortemente areate, fredde, con rapide e cascate, e i cui pesci sono buoni nuotatori e possono risalire anche contro corrente (trote), oppure che vivono stesi al riparo sotto i ciottoli (ghiozzo).

Nei corsi d'acqua a grande variabilità di livello e nelle zone periodicamente innondate, alcune specie s'infossano nelle argille, dove passano in letargo il periodo di magra.

§ 132. — Le faune terrestri. — La maggior parte degli animali, che vivono sulle terre emerse, appartengono ai grandi gruppi degli Artropodi, come gli insetti, dei gasteropodi polmonati, come le chiocciole, e

dei vertebrati, dai batraci ai mammiferi. Essi hanno una respirazione gassosa, con assorbimento dell'ossigeno dall'aria, e una notevole resistenza alle variazioni di temperatura ed umidità. Possono vivere soltanto sulle terre emerse, che al contrario dei mari, sono discontinue e spesso separate da ampi oceani, che rendono difficili la diffusione e l'emigrazione lontana, eccetto che per i volatori; perciò le masse continentali, per quanto riguarda la fauna, rappresentano centri di popolamento indipendenti.

L'omogeneità della fauna, nelle nostre regioni temperate e fredde, risponde al ravvicinamento e alla contiguità, fino a tempi geologicamente recenti, delle terre dell'Emisfero Boreale, nell'Emisfero Australe invece, i continenti separati dagli oceani, hanno ciascuno faune diverse. E come per la flora, per spiegare le somiglianze di generi e di specie quali quelle fra il Madagascar la penisola del Deccàn e l'Australia, si deve presupporre l'esistenza di un unico continente, in epoche geologiche passate.

Al contrario, l'insularità dà, col tempo, un impoverimento della fauna e la conservazione di forme arcaiche, come quelle dell'Australia (canguro, ornitorinco ecc.); mentre i grandi mammiferi erbivori, che hanno bisogno di spazio, si sono spenti, se rimasti nelle piccole isole, come gli elefanti dell'Era Quaternaria, dopo il frazionamento dell'Arcipelago dell'Egeo.

Le alte montagne, barriere climatiche e di vegetazione, rappresentano un ostacolo anche all'espansione di certe specie animali, mentre servono di rifugio ad altre, con centri di sviluppo autonomo (endemismo), come per esempio, i grandi altipiani dell'Asia Centrale. Tuttavia i rilievi montuosi sono piuttosto fattori di differenziazione fra le varie specie animali; solo gli oceani rappresentano una barriera assoluta all'espansione delle faune terrestri.

Gli adattamenti degli animali terrestri alle condizioni fisico-biologiche dell'ambiente (*acclimatazione*) sono molto più vari che nelle piante.

a) *Adattamenti climatici*. — Gli animali terrestri, si adattano meglio di quelli aquatici, alle *variazioni termiche*, avendo una euritermia più accentuata.

Gli animali *a sangue caldo*, che hanno cioè una propria temperatura costante, indipendente da quella dell'ambiente (uccelli e mammiferi) hanno degli adattamenti speciali, per conservare il loro calore. Così la ricca pelliccia nei mammiferi o il folto piumaggio degli uccelli, oppure lo spesso pannicolo adiposo sono propri degli animali dei paesi freddi o sono assunti da essi durante la stagione fredda (es. l'jak del Tibet, la tigre della Manciuria, il bue muscato delle Terre artiche). Invece gli animali dei paesi caldi hanno peli radi e corti (es. gli ovini dell'Africa Mediterranea), oppure pelle nuda (ippopotamo africano ed alcune varietà di cani dell'Egitto, delle Antille, di Ceylan).

Per sfuggire ai rigori della stagione fredda, molti animali dei paesi nordici emigrano in regioni più calde; così fanno alcuni mammiferi artici (renne) e specialmente gli uccelli migratori, che compiono enormi viaggi, da un continente all'altro.

Altri, come i roditori (topi, pipistrelli, marmotte) passano la stagione fredda in letargo, forma di vita rallentata simile ad un sonno profondo,

entro caverne o in cunicoli scavati sotto terra, durante il letargo questi animali vivono assimilando il grasso, che hanno accumulato durante la supernutrizione estiva.

I grandi volatori, riuniti in gruppi, compiono i loro lunghi viaggi al di sopra delle terre e dei mari, seguendo rotte più o meno costanti, disposte a ventagli, e dette perciò *ventagli di migrazione*. Tali rotte corrono lungo le coste marittime per evitare le alte montagne e i grandi deserti. Si conoscono sei ventagli d'emigrazione: uno *europeo-senegambiano*, uno *caucaso-zambeziano*, un altro *arabo-malabarico*, uno *himalaiano-indù*, uno *sibero-malesiano*, ed infine [illegible] dal *Nord- al Sud-America.*

Gli animali *a sangue freddo*, che risentono cioè la temperatura dell'ambiente, trascorrono la stagione invernale nella forma di adulti ibernanti (batraci, rettili, gasteropodi) o di uova e larve (invertebrati in gran parte a vita annua, come gli insetti), mentre compiono il loro ciclo di sviluppo durante la stagione calda.

Gli adattamenti alle *variazioni di umidità* hanno pure una funzione importante nella distribuzione degli animali terrestri. Essi presentano una periodicità biologica ben marcata, con *estivazione*, forma di vita rallentata, durante la stagione secca dei paesi mediterranei e tropicali, e ciò sopratutto per gli invertebrati annui, che lasciano le loro uova o le loro larve, riviviscenti durante il periodo umido.

Anche la *luce* ha influenza sul periodo di attività di certi animali. Così vi sono *animali notturni* (uccelli, mammiferi, roditori), specie nei paesi caldi, con adattamenti degli organi visivi (occhi fissi, larga pupilla), i quali di giorno abitano nelle caverne o sotto terra; oppure *animali cavernicoli*, ciechi o quasi, che vivono sempre sotto terra, come le talpe.

b) *Adattamenti di nutrizione e d'insediamento.* — Mentre gli animali a sangue freddo, hanno bisogno di minore nutrimento e possono rimanere digiuni anche per parecchie settimane, quelli a sangue caldo, per l'attivo loro ricambio con combustione respiratoria, hanno necessità di nutrimento continuo ed abbondante. Per questo gli animali erbivori della steppa devono emigrare, nelle stagioni in cui scompare il mantello vegetale (animali erbivori della steppa), e gli animali carnivori che vivono dando la caccia agli erbivori, emigrano al seguito degli erbivori.

V'è una fondamentale distinzione fra *erbivori* e *carnivori*, con adattamenti speciali dell'apparato digerente, ma con stretti rapporti sociali fra loro, giacchè direttamente o indirettamente, la vita animale utilizza il carbonio della vegetazione. Così si stabiliscono dei legami ostili bensì, ma assai intimi fra le associazioni vegetali, quelle degli erbivori e quelle dei carnivori. Le stesse aree nutrendo più erbivori che carnivori, i primi si trovano associati in mandre assai numerose, dove i pascoli sono abbondanti, come le antilopi delle savane tropicali; mentre i carnivori, vivono di solito in coppie o a gruppi ristretti (fiere, lupi ecc.) attorno agli erbivori, ma non possono allontanarsi dall'ambiente dove pascolano le loro prede, di cui seguono le migrazioni.

Data la mobilità propria degli animali superiori, non si possono distinguere domini esclusivi di particolari gruppi zoologici, bensì si può riconoscere, in particolari specie, una predilezione più o meno esclusiva, per la vita sulla superficie del suolo (*animali terricoli epigei*) od entro il terreno (*terricoli ipogei*), sulle rive delle acque (*aquicoli*), sugli alberi (*arboricoli*), capaci di moto negli strati inferiori dell'atmosfera (*aericoli*) ecc. Ciascuna categoria presenta tipi biologici assai distinti, il cui aggruppamento determina le grandi *associazioni zoologiche*, che sono in rapporto con la vegetazione, col clima, con la ripartizione delle terre e dei mari ecc.

La *fauna epigea* ha un dominio biologico molto esteso per l'estensione dei continenti, ma presenta aspetti molto vari, per gli adattamenti a condizioni climatiche, morfologiche e vegetali assai diverse (animali corridori e tardigradi saltatori e arrampicatori, insettivori e roditori, erbivori e carnivori ecc.). Come carattere comune questi animali hanno il forte sviluppo degli arti, diversamente conformati, a seconda del modo della loro locomozione: molto allungati e sottili per i *corridori* e *saltatori* (giraffa, struzzo, antilope, stambecco ecc.); grossi e potenti per i *tardigradi* (ippopotamo, elefante, bufalo ecc.). L'aspetto del mantello è di solito mimetico, in rapporto al colore predominante nel paesaggio circostante: rossastro nelle regioni calde, aride, scoperte (cavallo, zebra, gazzella, antilope ecc.); bruno in quelle forestali (scimmia, orso nero, lupo ecc.), chiaro in quelle nevose polari o di alta montagna (orso bianco, volpe polare, pinguino ecc.).

La *fauna ipogea* ha un dominio biologico ben distinto, essendo adattata a vivere nel sottosuolo. Il massimo contingente è formato di animali invertebrati (insetti e vermi), specialmente nei paesi caldi ed umidi, dove il terreno pullula di vita animale, per la ricchezza di detriti organici, che vi si accumulano e dove si hanno speciali costruzioni organiche (formicai, termitai ecc.).

Alla loro volta, questi organismi inferiori rappresentano il substrato alimentare di una fauna epigea (formichieri, uccelli insettivori ecc.).

Fra i vertebrati vi sono specialmente mammiferi insettivori e roditori, con caratteri di *fossatori* (corpo allungato, membra corte a paletta, cranio subconico, forti incisivi, occhi rudimentali, senza coda) e sono spesso notturni e ibernanti (es. la talpa, la marmotta, il castoro ecc.).

I *cavernicoli*, specialmente crostacei ed insetti, viventi in ambiente senza luce e senza vegetazione, con grande umidità e temperatura costante, hanno, come gli animali marini abissali, la pelle decolorata e presentano atrofia degli occhi, sviluppo degli organi tattili e si nutrono di materie organiche non verdi (es. il *Proteo* delle grotte).

Gli *animali aquicoli*, al di fuori degli anfibi, sono attratti sulle rive del mare, dei laghi e dei corsi d'acqua sopratutto dalla ricchezza della fauna aquatica di cui si nutrono. Alcuni rettili e batraci (coccodrilli, lucertole, serpenti, rane) possono usare nutrimento carnaceo nell'acqua e vegetale sulle terre emerse. Anche i vertebrati superiori (uccelli e mammiferi) hanno particolari adattamenti morfologici, in rapporto a questo speciale ambiente: gli uccelli pescatori p. e., hanno estremità lunghe, lungo collo e becco allungato per praticare e nutrirsi nelle acque basse e nelle fanghiglie (fenicotteri, gru, cicogne ecc.), oppure sono nuotatori, con estremità palmate e piumaggio spesso e impermeabile (anitre, cigni, pellicani, gabbiani ecc.).

Fra i mammiferi solo l'ippopotamo, che è un ungulato, è aquicolo ed ha la pelle spessa, con grasso, orecchie ridotte e occhi e narici spostati sulla parte su-

periore del cranio, come nei mammiferi marini per vivere semi-sommerso nelle acque paludose. Gli altri sono insettivori o roditori, tutti con pelliccia impermeabile, estremità corte palmate, se nuotatori (es. lontra), oppure come nei monotremi ovipari (es. l'ornitorinco dell'Australia), con estremità palmate e becco a spatola.

Gli *animali arboricoli* vivono sugli alberi e sono propri soltanto delle zone forestali, che coprono una parte considerevole delle terre emerse. Essi presentano adattamenti corporei, che permettono loro di arrampicarsi, correre, sospendersi e saltare sui tronchi e rami degli alberi; hanno estremità prensili a pollice opponibile (scimmie) e talora coda pure prensile (scimmie platarrine) o membrane paracadute (lemuridi), ovvero con braccia molto lunghe, come l'orangutan. Negli uccelli le estremità hanno il pollice retrorso munito di unghia per abbracciare od infiggersi sul tronco (es. il picchio verde). Tutti questi animali poi sono prevalentemente *frugivori*, nutrendosi delle frutta degli alberi sui quali vivono.

Veri *aericoli* sono soltanto gli uccelli volatori, con scheletro leggero, sacche aerifere, ali estese, sterno prominente a cui si attaccano i potenti muscoli volatori, potendo essi volare per una intera giornata a forti velocità. Allo stato di riposo essi poggiano sul suolo o sugli alberi, dei cui prodotti si nutrono (*granivori*), ma possono superare distanze enormi (*migrazioni*), per cui si possono trovare in zone climatiche le più diverse e le più lontane.

§ 133. — Le regioni zoologiche. — Come si è fatto per le piante, anche le specie animali tipiche di particolari territori possono riunirsi in gruppi regionali, determinati sia dai rapporti esistenti in passato fra le varie terre, sia dai mezzi di diffusione delle singole specie, sia dalle condizioni d'ambiente nel quale esse oggi vivono (clima, natura del suolo, vegetazione ecc.). Anche in queste regioni noi troveremo *specie paleo-endemiche* stabilite da tempo remotissimo, specie *neo-endemiche* sviluppatesi in posto, per mutazioni e adattamenti alle condizioni attuali d'ambiente, e finalmente *specie migrate*, per azione naturale o per opera dell'uomo; i rapporti e l'evoluzione di questi gruppi risultano più complessi che non nelle piante.

Considerando sia le condizioni passate che quelle attuali del Globo, si possono distinguere 9 *regioni* o *provincie zoologiche*, caratterizzate dalla presenza o assenza di particolari gruppi animali, divise a loro volta in *domini* e *distretti* zoologici.

Le regioni zoologiche sono: a) *Regione polare artica* sulle estreme terre boreali euro-asiatiche ed americane; b) *Regione polare antartica* limitata al continente dell'Antartide; c) *Regione paleoartica* dell'Antico Continente a nord del Sahara; d) *Regione neoartica* dell'America settentrionale; e) *Regione etiopica* nell'Africa a sud del Sahara; f) *Regione malgascia* del Madagascar; g) *Regione orientale* dell'Asia monsonica; h) *Regione neotropica* dell'America Centrale e meridionale; i) *Regione australiana*.

a) La *Regione polare artica* ha fauna poco numerosa ed uniforme in America e in Eurasia. Prevalgono gli animali a pelliccia (martora, lontra, ermellino, volpe bianca e bue muschiato in America).

b) La *Regione polare antartica*, isolata dal resto dei continenti, non ha che animali marini (otarie).

c) La *Regione paleoartica* comprende l'Antico Continente a nord del Sahara, ed ha un numero molto ristretto di tipi, ma con straordinaria diffusione di mammiferi assai simili fra loro. Nelle regioni temperate fredde vivono dei piccoli roditori (scoiattoli, topi, lepri), alcuni carnivori (lupi, volpi, gatti selvatici), ungulati (cinghiale, cervo, daino) e sulle alte montagne dell'Europa Centrale l'orso bruno, il camoscio e la marmotta. Nelle regioni temperate calde vivono dei carnivori (leone, pantera, iena), dei rettili (vipera), degli erbivori ruminanti (buoi, ovini, antilopi, gazzelle).

d) La *Regione neoartica*, si estende nell'America del Nord fino al Messico, e possiede molte specie della regione paleoartica. Nel nord prevalgono ancora i tipi polari, nell'est degli Stati Uniti appaiono le forme tropicali di pappagalli, serpenti e alligatori; nell'ovest i bisonti, i condor, i colibrì.

e) La *Regione etiopica*, a sud del Sahara, ha vita animale ricca ed esuberante. Nelle savane e nelle steppe africane vivono gli erbivori ruminanti giganti (elefanti, ippopotami, rinoceronti, zebre, giraffe), i sauri (coccodrilli) e serpenti. La zona forestale è il dominio delle scimmie antropomorfe (gorilla e scimpanzè), dei coccodrilli e di enormi quantità di insetti, sopratutto formiche (termiti).

f) La *Regione malgascia*, col Madagascar e isole vicine, è diversa da quella etiopica, perchè manca di serpenti velenosi, di ruminanti, di grandi carnivori e scimmie; mentre ha proprie scimmie (i lemuridi) ed alcune specie dell'America Meridionale (boa, iguani ecc.).

g) La *Regione orientale* o *indomalese*, corrispondente all'Asia monsonica, alla Malesia e alle Filippine, ha una fauna ricca di specie e di individui: la tigre, l'elefante, la zebra, il tapiro e il serpente pitone, nell'India e Indocina, la regione malese ha l'orangutan e la rondine salangana.

h) La *Regione neotropica* dell'America Centrale e Meridionale possiede animali analoghi a quelli africani, ma più piccoli. Nel Brasile sono numerosissime le scimmie; fra gli erbivori i lama, prossimi ai cammelli; fra i carnivori i giaguari e i puma; fra i coccodrilli i caimani; tra gli uccelli i colibrì e i pappagalli; tra gli insetti sopratutto le farfalle.

i) La *Regione australiana*, presenta forme arcaiche, come i marsupiali (canguro) e i monotremi (ornitorinco) e uccelli con ali atrofizzate (*Apteryx*) ecc., mentre mancano mammiferi placentati, tranne piccoli rosicanti.

§ 134. — LE FAUNE E LE ZONE ZOOLOGICHE. — Le associazioni zoologiche sono aggruppamenti di specie animali (*faune*), che non hanno fra loro e con l'ambiente legami di dipendenza così stretti come le associazioni vegetali (*flora*). Lo stesso habitat e tipo di vita (terricola, aquicola, arboricola ecc.) non corrisponde a domini rigorosamente separati fra loro, ma piuttosto a tipi biologici, che si trovano mescolati insieme. Tuttavia l'aggruppamento di questi vari tipi biologici determina l'aspetto predominante di determinate regioni (*paesaggio zoologico*), che varia secondo il clima, il rilievo, la natura del suolo e sopratutto la vegetazione.

Vi sono contrasti molto netti fra le faune delle regioni forestali e quelle delle regioni scoperte, e a lor volta le due faune hanno aspetti peculiari nelle zone calde, nelle zone temperate e nelle zone fredde. Come vi sono formazioni vegetali forestali ed erbacee delle zone calde e delle zone temperate e fredde di tipo assai diverso fra loro, così le faune, che vivono in questi diversi ambienti fitogeografici, presentano aspetti diversi e caratteristici.

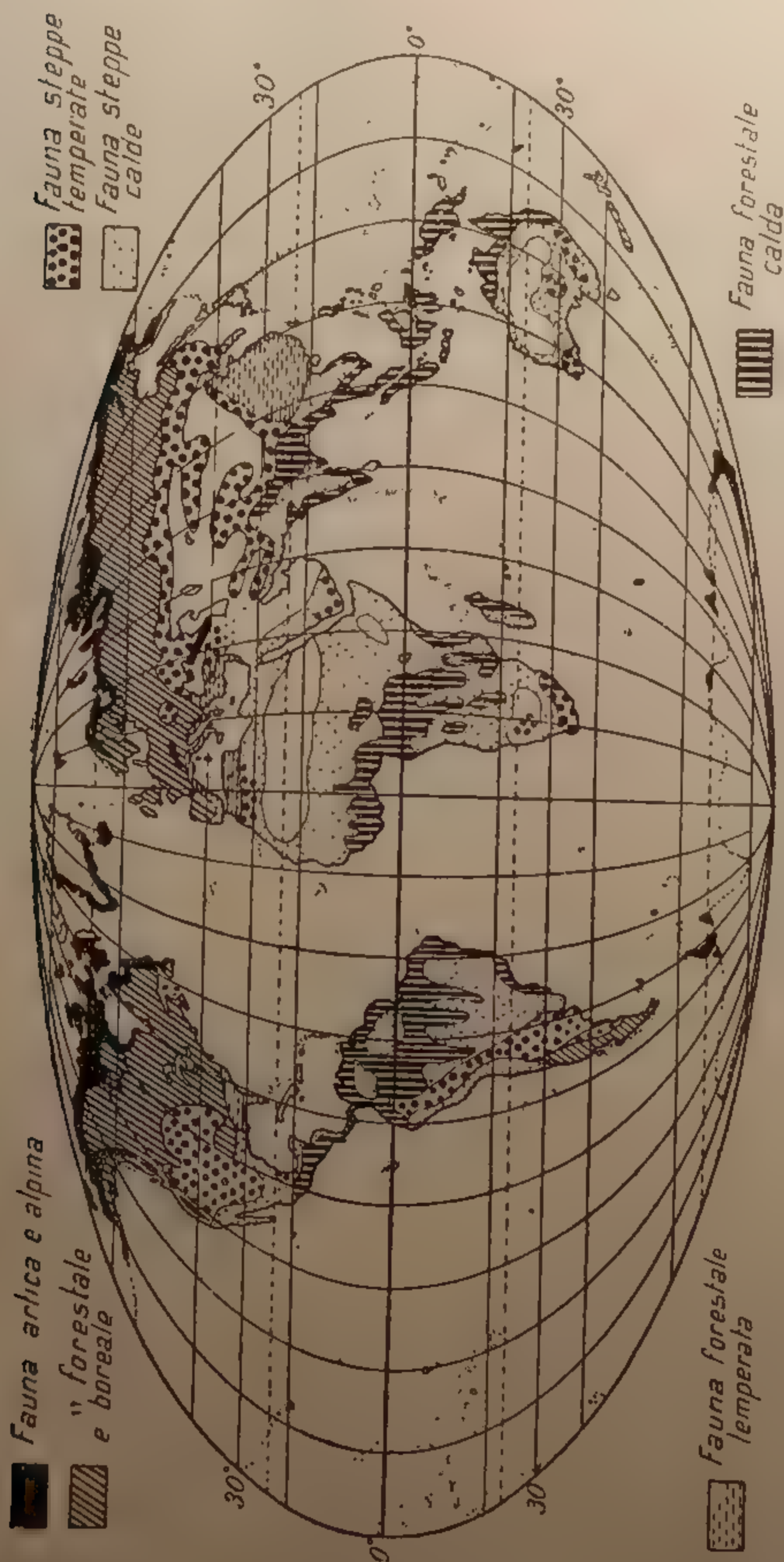



Fig. 144. — Zone delle faune continentali.

Si hanno così faune delle regioni forestali e delle regioni erbacee della *zona calda*, forestali ed erbacee della *zona temperata* ed una fauna polare della *zona artica* ed *alpina;* faune che presentano notevoli divergenze sopratutto fra le specie animali delle regioni forestali e di quelle scoperte (fig. 144), ma che hanno la prevalenza in determinati domini.

§ 135. — ZONE ZOOLOGICHE DEI CLIMI CALDI. — Esse presentano particolare ricchezza di vita animale, abbondanza di insetti rettili e mammiferi, con tipi sopravviventi di faune antiche, ma con diversità notevoli da un continente all'altro.

1) *Fauna forestale tropicale.* — La foresta vergine impenetrabile, senza riposo sincrono della vegetazione, mentre impedisce i movimenti degli animali sul suolo e nell'aria e li subordina a particolari attitudini di arrampicamento (*animali arboricoli*), offre però ai suoi abitatori l'alimento abbondante e perenne degli alberi della foresta (*animali frugivori*), cosicchè non v'è necessità di migrazioni. La fauna forestale tropicale è quindi prevalentemente sedentaria.

Il popolamento animale dei vertebrati non è molto numeroso e si limita alle scimmie e a qualche rettile. La vita vegetale esuberante sopraffà e soffoca quella animale; ciò spiega l'impressione di morte che dà la foresta tropicale, senza canto di uccelli e senza animali marcianti. Viceversa la vita degli insetti e dei vermi è ricchissima, specialmente sui rami e sulle fronde degli alberi, come pure nei detriti vegetali accumulati sul suolo, sulle rive delle paludi e dei fiumi; fauna minuta di cui vivono numerosi insettivori.

La vita animale è abbondante sopratutto sull'orlo della foresta, nelle radure, sulle rive dei fiumi, dei pantani, dei laghi, che servono anche di ricovero agli animali della savana ed alla nidificazione degli uccelli delle zone scoperte circostanti.

Qui si hanno uccelli rampicanti, come i pappagalli e i colibrì a vivaci colori, frugivori e insettivori dell'America Meridionale, anfibi e serpenti volanti, adattati alla vita arboricola, con grandi membrane, mediante le quali si gettano da un albero all'altro.

Grande ricchezza mostra la vita aquatica, con pesci speciali di carattere arcaico (dipnoi), tartarughe, uccelli aquatici pescatori; inoltre vi sono gli insettivori, come il formichiere del Brasile, e pachidermi viventi entro le acque (ippopotamo, rinoceronte).

Nell'interno della foresta la fauna è relativamente povera. Mancano i mammiferi erbivori, e vi predominano le scimmie antropomorfe (gorilla e scimpanzè in Africa, dove vive vita arboricola costruendo sugli alberi nidi provvisti di tetto; l'orangutàn di Borneo e di Sumatra) o le scimmie platarrine a coda prensile dell'Amazzonia. V'è poi un felino (il giaguaro) nell'America del Sud, e qualche piccolo ungulato nella Malesia (babirussa) e numerosi serpenti, v'è pure qualche insettivoro volante (il galeopiteco della Penisola di Malacca e il formichiere rampicante del Brasile, che si alimenta di formiche e di altri insetti).

2) *Fauna di savana e di steppa tropicale.* — Durante la stagione secca le grandi erbe scompaiono, mentre sopravvivono sottoterra bulbi

e rizomi, ottimo alimento per i vermi e gli insetti ipogei, che scavano enormi gallerie e costruiscono colossali e complessi nidi di terriccio alti più metri (termitai).

La possibilità di facile circolazione sul suolo scoperto di alberi permette ai grandi erbivori di spostarsi rapidamente in cerca di erbe verdeggianti, la fauna numerosa di specie e di individui è quindi eminentemente migratrice.

Caratteristica è la presenza dei grandi mammiferi erbivori (elefante giraffa, antilope), accompagnati dai grandi felini (leone, iena, sciacallo), che seguono gli erbivori sulla zona limite della foresta, per dar loro la caccia e nutrirsene.

La fauna arboricola e aquicola va diminuendo ed è sostituita, nella savana dagli elefanti e dalle giraffe. Nelle steppe prevalgono invece gli erbivori corridori a gambe sottili nervose e collo allungato (antilopi, gazzelle), che vivono in branchi pascolanti e fanno lunghe migrazioni stagionali.

Anche gli uccelli perdono l'attitudine al volo e divengono terrieri, presentando adattamenti caratteristici; così alcuni sono completamente privi di al. come l'*Apterix* della Nuova Zelanda, altri assumono arti destinati alla corsa e alla caccia di serpenti (serpentari) o di piccoli roditori e di erbe (struzzi).

Abbondanti sono gli insettivori e i roditori, che si cacciano sotto terra in cerca di animali in letargo o di tuberi e rizomi di piante. Molti dei roditori sono ottimi saltatori, per esagerata lunghezza degli arti posteriori, e ciò, per sfuggire alla caccia dei carnivori; tra essi ricordiamo un saltatore gigante (il canguro dell'Australia).

Man mano che la steppa si fa più arida e si passa al deserto, spariscono i roditori, gli erbivori accentuano la lunghezza degli arti (gazzelle), per spostarsi rapidamente in cerca di acqua, e si fanno notturni, per sfuggire i grandi calori e la caccia dei carnivori corridori (sciacalli). Nelle depressioni umide degli uadi o negli erg, vive una fauna aquicola di rettili e crostacei, entro le fessure delle roccie o sotto le sabbie, a cui danno la caccia numerosi uccelli trasmigratori.

Nei deserti dell'Antico Continente si trova il dromedario e il cammello, con dispositivi a cuscinetto elastico sotto i piedi, per facilitare la marcia sul suolo arido e sabbioso e con capacità di resistere per molti giorni alla sete. Un mimetismo di colore bianco-rossastro è proprio di questa fauna steppica, che va diradandosi e progressivamente disparendo verso il deserto.

§ 136. — Zone zoologiche dei climi temperati. — Le faune delle zone a climi temperati sono oggi caratterizzate dalla mancanza di animali giganti, dalla minore ricchezza di tipi e dalla uniformità di specie fra i vari continenti dell'Emisfero settentrionale, specie che hanno un periodo di riposo invernale (letargo) o debbono migrare, durante la stagione fredda. L'attività dell'uomo ha poi accentuato questi caratteri, con la diffusione di alcune specie a lui utili (*animali domestici*).

1) *Fauna forestale temperata.* — La foresta boreale essendo una associazione più o meno aperta, intramezzata da praterie o steppe e con riduzione del sottobosco, non ha una fauna strettamente localizzata, come nella foresta tropicale, ma piuttosto essa s'intercala a quella delle zone scoperte.

Nelle foreste a foglie caduche mancano le scimmie e sono poche le specie veramente arboricole, sopratutto per la scarsità di frutta succulente e a produzione continuata durante tutto l'anno. Fra queste specie animali si hanno degli uccelli insettivori e rampicanti (picchio verde), dei roditori frugivori (scoiattolo) e dei carnivori rampicanti (gatto selvatico e martora). Gli uccelli rapaci (falchi ed aquile) vi nidificano, ma esercitano la caccia fuori delle foreste; ciò che fanno del resto anche gli altri uccelli granivori, che volano sopra o fuori dagli alberi ed emigrano durante la stagione fredda.

Fra i terricoli, che circolano nel sottobosco, vi sono lupi e volpi, l'orso bruno e il cinghiale; fra gli erbivori, che frequentano sopratutto le zone scoperte intramezzate al bosco, vi sono lepri, daini e cervi.

La foresta di conifere, meno densa e con ricca produzione di semi, ospita numerose specie terricole sopratutto durante l'inverno, quali le martore, le alci, i cervi, i caprioli, i lupi, che vivono in grandi mandrie e si rifugiano nelle foreste, quando i terreni nudi di alberi sono ricoperti di neve.

2) *Fauna delle steppe temperate.* — Sia nelle zone propriamente steppiche dell'Asia Centrale e nell'Ovest degli Stati Uniti, sia nelle brevi zone subdesertiche, si ha, come carattere comune, l'assenza di specie arboricole. Il doppio riposo vegetativo, nella stagione fredda e in quella secca, costringe i mammiferi alla emigrazione o al letargo. I roditori terricoli trovano nutrimento abbondante nei tuberi e bulbi delle piante erbacee, scavando gallerie nel sottosuolo, specie nelle steppe asiatiche e russe, che ne sono tutte perforate e sconvolte (es. la marmotta), mentre i piccoli vertebrati saltatori, caratteristici delle steppe asiatiche (*Dipus gerboa*), emigrano insieme ai grossi mammiferi, sopratutto erbivori ruminanti (es. bisonti nelle praterie delle regioni temperate-fredde). Gli uccelli nidificano sul suolo (es. pernici) ed emigrano verso il sud, durante la stagione fredda.

I mammiferi erbivori delle steppe d'Eurasia sono meno numerosi di quelli tropicali e comprendono gli equidi (cavallo, asino), le gazzelle e le antilopi, il cammello delle steppe salate e molti roditori (marmotte, conigli, topi ecc.); in quelle dell'America del Nord, oltre a speciali roditori, v'è il bisonte, il principale ungulato americano. Questi erbivori spesso sono dei corridori, la fuga rapida essendo il mezzo ordinario con cui si salvano dai lupi, che sono i carnivori delle steppe europee ed asiatiche. Fra gli uccelli granivori della steppa europea vi sono le allodole, i gallinacei (quaglie, pernici, starne ecc.), che razzolano il terreno, covano sul suolo in nidi rudimentali o nelle fessure delle roccie (i rapaci notturni, come la civetta) ed hanno un piumaggio mimetico, bruno-giallastro, simile al colore del terreno.

Lucertole e serpenti (vipere, biscie) sono pure numerosi nelle steppe delle regioni temperate calde.

Particolarità comune agli abitatori della steppa è la vita notturna. Di giorno questa sembra morta, ma di notte, quando da sottoterra escono insetti e mammiferi roditori, gli uccelli rapaci (gufi, civette) e i carnivori (lupi) iniziano la loro caccia. Mammiferi ed uccelli, su questi terreni scoperti, sono animali sociali, che vivono in mandre e stormi, e d'inverno emigrano in massa, verso le regioni meridionali, per evitare la carestia.

L'estensione delle zone coltivate a cereali, nelle regioni steppiche dei continenti boreali, ha accentuato l'immigrazione in esse sopratutto dei roditori (topi campagnoli) e di granivori (gallinacei, colombi, passeracei).

§ 137. — ZONE ZOOLOGICHE ARTICA E DI ALTA MONTAGNA. — L'uniformità della *fauna artica* con scarsità di generi e di specie, è in relazione all'uniformità climatica dell'ambiente e dipende dal riunirsi dei continenti attorno al Polo Nord. La fauna invece manca, o quasi, sul continente dell'Antartide, completamente gelato, se si tolgono i mammiferi marini (balene e foche) e un uccello (il pinguino).

Il suolo essendo gelato per buona parte dell'anno, gli animali a sangue freddo (anfibi e rettili) ne rimangono esclusi; gli insetti a vita effimera (farfalle, zanzare) vi si moltiplicano durante la breve stagione calda, in relazione alla ricchezza della rapida fioragione della flora artica.

Gli animali a sangue caldo, per ripararsi nei rigidi inverni, accumulano grasso e si coprono di folte pellicce, con livrea mimetica bianca (volpi azzurre, ermellini, volpi polari ecc.), od emigrano verso il sud. Soltanto alcuni roditori (martora, castoro ecc.) rimangono in posto, infossandosi profondamente sotto il suolo gelato, e cadendo in letargo.

I grandi mammiferi erbivori, che vivono sulla tundra (bue muschiato, alce, renna ecc.), hanno migrazioni invernali in massa. Sulle isole e sulle sponde gelate dell'orlo settentrionale dei continenti, mancano gli erbivori e vi abita solo l'orso bianco carnivoro, che vive di pesca, avanzandosi sui ghiacci della banchisa polare, fino all'estremo limite.

Caratteristica è l'abbondanza degli uccelli pescatori, nuotatori e tuffatori (gabbiani, alcioni ecc.), grandi volatori e immigratori dalle zone temperate fredde, i quali durante la bella stagione nidificano nelle rocce delle terre polari.

Uccelli veramente polari sono soltanto i pinguini nuotatori, con le ali ridotte a moncherini, e che vivono pescando nelle terre australi, dove sono gli unici esemplari della fauna terricola.

La fauna della tundra presenta un lento passaggio da quella della steppa temperata-fredda, e comprende così mammiferi erbivori di grande statura, come la renna, il bue muschiato (in passato il Mammut), e mammiferi carnivori, come la volpe polare, il lupo, lo zibellino, che fanno loro preda dei roditori, alla cui distribuzione sono legati.

Nelle zone di *alta montagna* vive una fauna che ha una duplice affinità, biologica e sistematica, con quella artica e di steppa.

La somiglianza con la fauna artica è data sopratutto dalla presenza di insetti e di farfalle numerosissime, in relazione anche qui alla ricchezza dei fiori alpini, ed inoltre dal mimetismo invernale di alcuni vertebrati, come la lepre alpina e il colombo di montagna, che nell'inverno assumono un mantello bianco.

La lunga copertura di nevi, che arresta la vita vegetale per molti mesi in alta montagna, fa analogia col riposo della steppa. Predominano, come nella steppa, i terricoli ipogei (marmotta delle Alpi), i mammiferi erbivori saltatori (capra e camoscio delle Alpi, lo yak del Tibet, la vigogna e il muflone delle Ande, il lama dell'America del Sud), che presentano grandi migrazioni verticali stagionali (*transumanza*), che si spingono

fino alla zona forestale montana. Le specie degli uccelli sono poche, i carnivori sono rari (lupo), ma invece si hanno numerosi uccelli rapaci (falchi, aquile, condor), che si nutrono dei molti roditori (talpe, martore topi, marmotte), i quali passano l'inverno entro la zona forestale, in stato di letargo, che subisce anche l'orso bruno.

La fauna di montagna deriva, in gran parte, dalle specie stenoterme, le quali vivevano nelle steppe-praterie fredde del piano, durante l'Èra Quaternaria, e che oggi si sono ritirate in alta montagna, dove si sono acclimatate con forme neoendemiche, soltanto per la possibilità che hanno i vertebrati, di migrare stagionalmente.

Nelle regioni delle nevi perpetue vi sono animali inferiori particolarmente resistenti (vermi, molluschi, aracnidi, coleotteri, artropodi) che vivono, allo stato di larva, sotto le rocce e i muschi, presso i ghiacciai, e che si sviluppano allo stato perfetto allo sciogliersi delle nevi. Finalmente la pulce dei ghiacciai (*Isotomurus saltans*) vive in colonie numerose perfino nelle fessure capillari dei ghiacciai, nutrendosi del polline delle conifere, trasportato dal vento.

CAP. XXIV.

INFLUENZA DELL'UOMO SULLA DISTRIBUZIONE DEGLI ESSERI VIVENTI

§ 138. — L'UOMO E IL MONDO VEGETALE. — Nei complessi rapporti che intercedono fra le piante, gli animali e l'ambiente fisico, intervenne assai presto l'uomo, il quale dotato d'intelligenza e volontà, ha modificato, a suo vantaggio, la distribuzione della vita vegetale ed animale sulla superficie terrestre.

Egli ha così creato una particolare associazione fra sè stesso e le piante, poichè egli ha fatto una scelta di specie vegetali a lui utili, che ha migliorato e diffuso, mentre ha distrutto, o accantonato in limitate zone, le specie a lui inutili o nocive. L'uomo è divenuto per ciò un fattore importantissimo dell'odierna distribuzione del mondo vegetale sulla superficie terrestre.

Si è dato il nome di *piante antropofile* alle specie vegetali, che devono all'uomo la loro introduzione in una determinata regione o il loro adattamento ad una particolare stazione.

Fra le piante utilizzate dall'uomo ve ne sono di quelle spontanee, indigene della regione, altre importate anticamente o in epoca storica, da altre regioni e dall'uomo volontariamente diffuse (*piante coltivate*) oppure che, dopo l'importazione, si sono moltiplicate ed estese con i mezzi naturali della propagazione, senza l'azione diretta dell'uomo (*piante naturalizzate*).

Le *piante naturalizzate* sono ostacolate nella loro diffusione, sia dal variare del clima, sia dalla estensione delle associazioni indigene; ma se l'associazione vegetale spontanea è aperta o degradata, trovano facile sviluppo e si diffondono rapidamente.

Di queste piante alcune vennero introdotte involontariamente dall'uomo attraverso i suoi rapporti commerciali fra i vari paesi, insieme a quelle importate, e si sono largamente diffuse nelle coltivazioni specialmente dei cereali (*piante messicole*), come il loglio, la zizzania ecc., oppure attorno alle abitazioni (*piante ruderali*), come alcune chenopodiacee e poligonacee, amanti di terreni ricchi di prodotti organici azotati.

In certi paesi, le piante naturalizzate sono numerosissime e fanno parte ormai della flora della regione, sì da parere indigene. Nell'America del Nord la malva, l'erba medica, il verbasco sono d'origine europea. l'*Erigeron canadensis* e l'*Elodea canadensis*, sono diffusissime in Europa, dove furono introdotte da poco tempo; molto considerevole è pure il numero delle piante naturalizzate in Argentina e nella Nuova Zelanda.

Piante domestiche sono quelle spontanee di una regione, che vivono senza richiedere lavori agricoli, ma che l'uomo conserva per i suoi usi; come da noi il castagno, nell'Africa equatoriale la palma oleifera, il baobab attorno ai villaggi senegalesi ecc. od alcuni alberi religiosi, attorno alle pagode dell'India e dell'Indocina.

Le *piante coltivate* sono quelle modificate dall'uomo, in successivi stadi di più generazioni, con i sistemi della selezione, sistemi che risalgono ad epoche anteriori ai più antichi documenti storici. Mediante questi sistemi, oltre che con incroci e con particolari modificazioni della natura del suolo, le piante coltivate si sono adattate a vivere in piena aria, in regioni diverse, ma simili a quelle originarie (*acclimatazione*). Ciò si fa sopratutto col distruggere le specie spontanee inutili, con lo sradicarle dal terreno o con la loro incenerazione, come nella brussa africana (*dissodamento del suolo*); col prosciugare questo se troppo umido, e irrigarlo se troppo arido (*bonifica*), col lavorare il terreno mediante la zappa, la vanga o l'aratro (*agricoltura*); con la modificazione chimica del terreno vegetale, con l'uso di prodotti animali o artificiali (*concimazione*). Esempio tipico, fra le piante coltivate, è il frumento (*Triticum vulgare*), che originario dalle steppe dell'Asia Minore, oggi è introdotto, con circa 2000 varietà e loro ibridi, in tutti i paesi colonizzati dai bianchi, escluse le zone equatoriali umide e basse.

Le piante coltivate rappresentano un piccolo numero di specie. Sopra 140.000 o 150.000 specie vegetali, quelle che hanno una vera importanza economico-geografica non sorpassano le 300. Ma la loro distribuzione sul Globo è oggi enorme, a danno di quasi tutte le altre piante, per cui il paesaggio floristico, specie nelle zone temperate, si può dire completamente cambiato da quello originario.

La coltivazione di piante fondamentali per il nutrimento umano, quali il frumento, l'orzo, la segale, il riso, il dattero, la banana, rimonta almeno a 5 o 6 mila anni fa. Quasi tutte le colture sono di specie annuali (poche quelle vivaci: vite, olivo, gelso), ed hanno tre centri primitivi, la Mesopotamia e l'Egitto (orzo, frumento, vite, lino); la Cina, l'India e l'Indocina (riso, thè, canna da zucchero, cotone), ed ultima l'America intertropicale (mais, patata, tabacco); ma l'uomo le ha diffuse poi su tutte le terre emerse.

Le piante coltivate richiedono però lavoro e cure costanti (*agricoltura*), non avendo esse la rusticità e quindi la resistenza delle piante indigene o naturalizzate, alla cui condizione tendono però a ritornare se abbandonate a sè stesse (per es. l'olivo diventa olivastro). Quasi dovunque queste piante sono coltivate separatamente, in associazione della stessa specie o di specie affini, (cereali, oliveti, vigneti ecc.), il che dà un particolare aspetto al paesaggio agricolo. Attualmente la trasformazione del paesaggio vegetale, nei paesi nuovi, è rapidissima. Ciò che per l'Europa si è ottenuto con il lavoro di più millenni, negli Stati Uniti, grazie al largo uso dei moderni mezzi tecnici, si raggiunse in poco più di un secolo; e ancor più rapida è stata la trasformazione dell'Oriente australiano, dove in meno di 50 anni, estesi campi di cereali hanno sostituito le distese steppiche della Nuova Galles del Sud e dell'Australia Meridionale

In genere, le piante erbacee annue coltivate sono molto più adattabili al clima, che non le legnose vivaci e quindi possono trasportarsi assai lontano dal paese originario. Così è stato del mais, della patata, del tabacco, importate in Europa dal Messico, dopo la scoperta dell'America.

Indipendentemente dalla coltivazione, l'azione dell'uomo può produrre un rapido cambiamento o riduzione nella vegetazione spontanea, sopratutto col disboscamento secolare delle foreste, che difficilmente possono essere oggi ricostituite, essendosi modificate le condizioni fisiche dell'ambiente. Così ad esempio, la foresta mediterranea di alto fusto di lecci, olivastri e sugheri, costituitasi nel clima pluviale del Quaternario e distrutta dall'uomo nel corso di millenni, si è degradata in macchia, e stenta oggi a ricostituirsi per la maggiore siccità dell'attuale clima postglaciale; con essa vanno scomparendo anche le specie di sottobosco, che vivevano al riparo delle specie di alto fusto.

§ 139. — L'UOMO E IL MONDO ANIMALE. — Anche con gli animali l'uomo ha creato una speciale associazione, volontaria o meno, anch'essa molto antica. Mentre furono distrutte le specie nocive all'uomo (carnivori feroci, rettili ecc.), furono scelte, protette e favorite le specie a lui utili, per i loro prodotti o per il lavoro, selezionandole con incroci adatti ed estendendole in ambienti diversi da quello originario.

Le dimore e le colture dell'uomo, favorendo il riparo e l'alimento, rendono domestiche certe specie, le quali hanno potuto aumentare l'area di diffusione adattandosi a nuovi ambienti.

Così da noi sotto i tetti delle case, nelle torri delle chiese o dei castelli, nidificano alcune specie di uccelli altrove arboricoli o rupicoli, come le cicogne, le rondini, i passeri ecc. Nelle vecchie case vivono numerosi i roditori (sorcio domestico, talpone ecc.) ed alcuni invertebrati, quali gli scarafaggi e i grilli domestici, originari dei paesi caldi e che, trasportati involontariamente con i viaggi commerciali da paesi lontani, sono divenuti oggi cosmopoliti, perchè sotto tutte le latitudini trovano assicurato il nutrimento e il riparo dal freddo nelle dimore umane. Così si dica di alcuni insetti, come le tignole e i tarli, che trovano alimento e riparo nei vestiti di lana o nei mobili di legno.

Col dissodamento del suolo pascolivo, per l'agricoltura, il prosciugamento delle paludi, il disboscamento delle foreste sono scomparsi gli animali propri di questi ambienti, come l'orso, il lupo, il gatto selvatico, mentre altri, come i cervi e i cinghiali, si sono conservati solo in piccoli distretti, che l'uomo ha rispettato per la caccia (*riserve*).

Viceversa le colture preparate dall'uomo, divennero centri di attrazione per numerosi uccelli (passeri, allodole, colombi, ecc.), per roditori (sorci campagnoli) e per insettivori (talpe), seguiti a lor volta da piccoli carnivori, come le faine e le volpi. Diffusione ebbero anche i parassiti delle piante coltivate, quali quello della patata trasportato dall'America quello dell'olivo dall'Africa e la filossera della vite.

L'uomo ha poi *allevato* alcuni animali mammiferi erbivori dell'antico Continente, quali i camelidi e proboscidiani delle zone tropicali, e gli ovini, i bovini, i suini, gli equidi delle zone temperate calde, che gli davano latte, carne, cuoio e lavoro, in ricambio del nutrimento e del ricovero che egli assicurava loro, e che poi ha diffuso nell'America e nell'Australia, trovate quasi completamente sprovviste di animali domestici.

Ma il numero delle specie che l'uomo ha allevato è ancora minore di quello delle piante coltivate: su oltre un milione di specie animali conosciute, gli animali domestici si riducono forse appena a 200.

L'allevamento ha avuto inizio in Asia, culla dell'umanità, e le popolazioni neolitiche importarono in Europa, quali animali domestici, il cane, la capra, la pecora, il maiale, il bove, il cavallo. Queste specie furono incrociate con specie locali, che hanno dato luogo a nuove razze. A lato di questo contingente euro-asiatico, fra gli animali domestici troviamo il gatto, proveniente dalla valle del Nilo, il tacchino dall'America, il lama e l'alpaca dall'America Meridionale ecc., cosicchè la distribuzione attuale degli animali domestici è molto estesa a causa della dispersione fattane dall'uomo: esempio tipico la pecora ormai cosmopolita, dall'Islanda alla Nuova Zelanda, con particolare sviluppo nelle regioni steppiche, come nell'Ovest degli Stati Uniti, nelle pampas argentine, nelle steppe-praterie dell'Australia ecc.

Nelle Americhe hanno preso enorme sviluppo il bue e il cavallo importati dall'Europa, e l'uomo ha introdotto anche in Africa ovini, dromedari, bovini e suini, arrestati solo, nell'Africa equatoriale, dalla mosca tse-tse, che inocula loro un tripanosoma mortale.

Ma le diverse razze selezionate e allevate sono anche localizzate, a seconda dell'ambiente naturale; così i grossi bovini lattiferi, hanno bisogno di grassi e umidi prati, come quelli olandesi o della bassa Pianura padana; mentre gli ovini poco esigenti, si accontentano di pascoli rocciosi magri; l'asino e la capra vivono bene nelle regioni montuose, ma non troppo fredde; invece l'oca e l'anitra preferiscono i paesi freddi.

Le attuali razze domestiche sono il frutto di speciali selezioni ed incroci fatte dall'uomo primitivo.

I neolitici importarono dall'Asia lo Zebù asiatico addomesticato, che incrociato col *Bos primigenius* europeo, ha dato l'attuale bue domestico. Il cane domestico ha una origine ancora più complessa, provenendo da incroci dello scia-

callo asiatico, con lupi asiatici-africani ed americani, che poi con selezioni artificiali, l'uomo ha fissato in numerose e diverse razze.

Il nutrimento abbondante e appropriato per ogni singola specie, offerto dall'uomo agli animali allevati, aumenta la loro fecondità e produzione (latte, carni, pelli ecc.) in confronto delle razze naturali, ma rende gli animali assai meno resistenti alle ostilità dell'ambiente naturale, per cui, se rimessi in libertà, o periscono miseramente o tornano selvaggi, perdendo i caratteri domestici, come il dingo, cane australiano, i cani lupi dell'Alaska, le capre montane ecc.

BIBLIOGRAFIA

O. Drude: *Die Oecologie der Pflanzen*, « Die Wissenschaft ». Braunschweig, 1925.

E. De Martonne: *Traité de Géographie physique*, Vol. III. Parigi, 1926.

J. Braun u. J. Blanquet: *Pflanzensoziologie*, Berlin, 1928.

E. Rübel: *Pflanzengeselschaften der Erde*, Bern, 1930.

H Gaussen: *Géographie des plantes*. Paris, 1933.

A. F. W. Schimper: *Pflanzengeographie*, 3e Auflage, Jena, 1935

G. Negri: *Geografia botanica (Fitogeografia)*, « Trattato di Botanica ». U.T.E.T. Torino, 1936.

C. Emery e A. Ghigi: *Compendio di Zoologia*, 4a ed., Bologna, 1920.

L Germain: *La vie des animaux e la surface des continents*. Paris, 1924.

E. Trouessart: *La distribution géographique des animaux*. Paris, 1922.

M Prenant: *Géographie des animaux*. Paris, 1933.

R. Hesse a. W. C. Allee: *Ecological animal Geography*, London, 1937

PARTE QUARTA

ANTROPOGEOGRAFIA

CAP. XXV.

FONDAMENTI DI ANTROPOGEOGRAFIA

§ 140. — COMPARSA DELL'UOMO SULLA TERRA. — L'*uomo*, dal punto di vista naturale, appartiene ad un'unica specie (*Homo sapiens*) differenziatasi in razze e stirpi, in seguito alla sua diffusione in ambienti diversi. Alcuni credono che vi siano stati vari centri di diffusione della specie umana (*poligenesi*), ma il maggior numero degli studiosi oggi ammette che il centro di diffusione sia stato uno solo (*monogenesi*).

Questo dovrebbe ricercarsi nell'Asia Anteriore, forse nell'Altipiano Iranico, che fu detto anche « il quadrivio del Mondo », da dove per le facili vie terrestri di comunicazione e durante un'epoca caldo-umida, quale fu quella del Secondo periodo Interglaciale, l'uomo si sarebbe spinto ad occupare non solo l'Antico Continente, ma anche il Nuovo, attraverso la cintura di terre artiche circumpolari, allora ancora integra.

In Europa, resti umani sicuri e tracce precise dell'attività umana risalgono appunto alla seconda fase interglaciale del Pleistocene; a tale epoca apparterrebbero i resti dell'*Homo primigenius* della Neanderthal nel Bacino Renano, quelli di Moustier in Dordogna e forse anche quelli di Sacco Pastore presso Roma, località nelle quali si rinvennero anche strumenti litici scheggiati. Questi resti si considerano appartenenti all'età detta *Paleolitica* o delle pietre scheggiate, con popolazione dolicocefala, contemporanea al *Mammut*, all'*Ursus spelaeus*, al *Rhinoceros* ecc., con i quali conviveva.

La Paletnologia — basandosi sulla materia e forma degli oggetti costruiti dall'uomo primitivo e che, nei luoghi da lui anticamente abitati, si rinvengono in strati sovrapposti, i quali presentano somiglianze ed analogie nelle diverse località, pur con diversità di facies a seconda delle varie regioni — studia la cronologia preistorica, delineando il quadro delle successive forme attraverso le quali passò la civiltà umana nel suo sviluppo.

Non è a credere che la cronologia preistorica abbia carattere di universalità,

anzi si deve tenere presente, che l'inizio delle varie età non è stato sincrono in tutte le regioni della Terra, ma che ci furono contemporaneamente, come avviene ancor oggi, popolazioni con caratteri somatici e psicologici diversi e, in alcune regioni, forme di civiltà molto arretrate, mentre in altre, queste forme erano state superate da millenni. Le varie età rappresentano, più che altro, fasi attraverso alle quali è passata l'umanità nel suo sviluppo.

Dubbia è la distinzione di una *Età Eolica*, caratterizzata dal fatto, che l'uomo primitivo avrebbe usato come armi e come utensili, semplici pietre naturalmente atte all'uso al quale erano destinate.

Nell'*Età Paleolitica* o delle pietre scheggiate l'uomo modificava la forma naturale delle pietre raccolte, per foggiare punte di freccia, raschiatoi, asce, coltelli ecc. (fig. 145); viveva in grotte e non aveva animali domestici. In seguito, nell'*Età Archeolitica* o delle Renne, sviluppata durante l'ultima espansione glaciale (Wurmiano), specie nel dominio atlantico d'Europa, le popolazioni dolicocefale (*razza Cro Magnon*) sarebbero giunte ad una tecnica assai progredita, con utensili di osso e figurazioni di animali (*industria magdaleniana*).

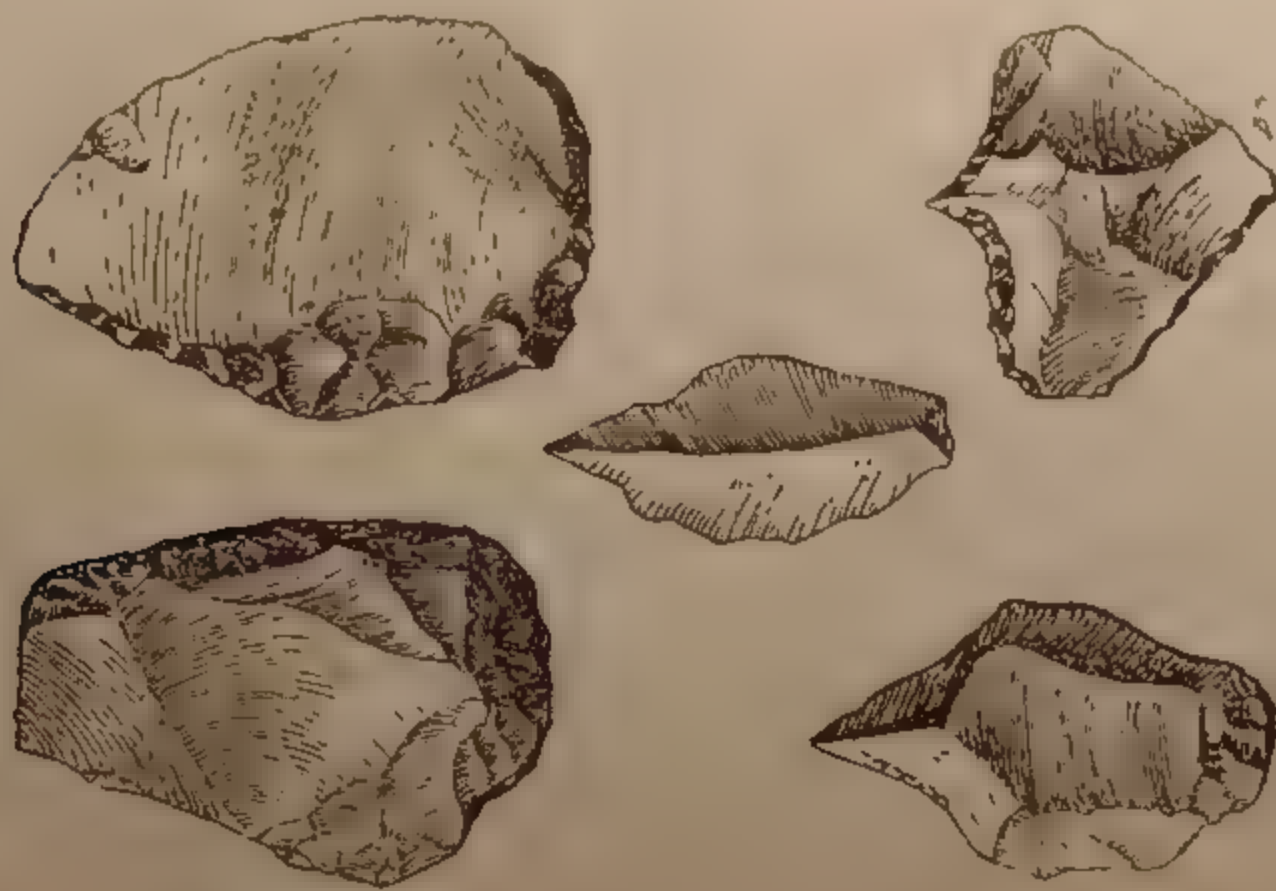



Fig. 145. — Armi ed utensili di pietre scheggiate del Paleolitico.

Dopo questa Età, secondo il Termier, sarebbe crollata l'ultima barriera atlantica per cui le acque calde della Corrente del Golfo avrebbero finito di sgelare gli ultimi centri della glaciazione scandinava, dando luogo ad enormi fiumane, nel nord d'Europa, lungo la regione atlantica e ai piedi delle Alpi; fiumane che copersero di potenti coltri di materiali alluvionali i *relicti* umani precedenti, e spostarono masse di popolazioni verso regioni meno inospiti. Di questi avvenimenti si avrebbe memoria nelle numerose tradizioni di un *diluvio* presso i vari popoli del Continente Antico e Nuovo.

Questo cataclisma geologico segna un tempo di sosta nell'umanità, un *hiatus* nei ritrovamenti preistorici, a cui si unisce nel successivo postglaciale (*Olocene*, od *Alluviale*), un netto trapasso a nuovi popoli brachicefali, i quali, provenienti dall'Oriente, forse dalla Siberia, conquistarono lentamente l'Europa Settentrionale e l'Asia Meridionale (*popolazioni Indo-europee* od *Ariane*), sui territori già occupati dai dolicocefali paleolitici.

S'inizia così l'*Età Neolitica* o delle pietre levigate, le cui popolazioni si spingono dal Baltico fino al Mediterraneo, abitano su palafitte, innalzano i *dolmen*

e i *menhir* (enormi monumenti funerari di pietra), si nutrono di molluschi, di cui si hanno enormi avanzi in cumuli detti *Kiokenmoddingen* dell'Europa atlantica, cacciano le marmotte e il cervo col cane; mentre nel Bacino Mediterraneo che aveva meno risentito delle variazioni climatiche della fine del Paleolitico, i brachicefali circondano i paleolitici dolicocefali, rimasti in distretti di sopravvivenza, quale l'Altipiano Armeno.

Nel 5° millennio a. C. si cominciò ad usare il rame per ornamento e per le armi (*Civiltà faraonica e cinese*): poi si passa senza interruzione, attorno al 3° millennio, all'*Età protostorica* o dei metalli, col *Periodo del Bronzo*, nelle cui industrie si trovano mescolati strumenti di pietra, di rame e di bronzo, e che presenta, attorno al Mediterraneo, vari tipi di civiltà: la *Minoica* o *Cretese*, coi popoli *Hetei* (3° e 2° millennio a. C.), la *Micenea* con i *Liguri* XV-X sec. a. C.), l'*Omerica* con gli *Italioti* (X-VIII sec. a. C.), per passare poi al *Periodo del Ferro*, coi *Celti* e gli *Etruschi* (1000-500 a. C.), con il quale si entra nettamente nella Storia.

Anche in America abbiamo dati di questo trapasso all'*Età Neolitica* e alla *Preistoria*, ma per la mancanza di conoscenze complete e per la maggiore complessità regionale, tutte queste civiltà sono comprese sotto la vaga denominazione di *Precolombiane*.

§ 141. — RAZZE UMANE. — L'uomo, essere dotato d'intelligenza e volontà, nasce come membro di una associazione naturale, la *famiglia*, da cui eredita i caratteri fisici e psichici e di cui acquista le qualità spirituali e le forme di civiltà. Essere socievole, tende a costituire grandi raggruppamenti, basati sulle affinità naturali ereditarie e sui comuni caratteri acquisiti, e legati sia a vincoli di sangue, di coltura, di civiltà, sia alle condizioni dell'ambiente geografico, dove essi si sviluppano; si formarono così le *razze*, i *popoli*, le *nazioni*, che sono entità antropiche distinte e non confondibili.

Dicesi *razza umana* un raggruppamento, spesso di milioni di uomini, che hanno in comune un certo numero di caratteri *somatici* (ossia del corpo), biologici e psicologici, trasmissibili per eredità e i cui contrassegni si riscontrano perciò negli uomini provenienti dallo stesso ceppo, anche se dispersi nelle più lontane regioni della Terra.

Una volta l'Antropologia, basandosi su un numero assai ristretto di caratteri somatici — colore della pelle, indice cefalico, forma dei capelli ecc. — distingueva soltanto poche razze (la razza bianca, negra, gialla ecc.); attualmente si tiene conto, non solo dei caratteri somatici, ma anche di quelli biologici e spirituali e si tende perciò a riconoscere come razze i gruppi minori legati da un numero maggiore e più complesso di caratteri comuni. Si parla quindi di razza mediterranea, nordica, alpina, dinarica ecc. I caratteri antropologici, somatici e psichici, non sono però fissi, ma possono modificarsi con gli incroci, con l'influsso dell'ambiente geografico, con l'educazione e la cultura, per cui le minori razze attuali si considerano come entità dinamiche, risultanti, in un lungo volger di tempo, da elementi originari, più o meno modificati da mescolanze di sangue e da condizioni d'ambiente naturale e sociale.

Tenendo conto non solo dei caratteri somatici — quali sopratutto quelli del colore della pelle, della natura dei capelli, della forma della testa, dell'aspetto della faccia, delle varietà scheletriche e muscolari ecc. — ma

anche dalle qualità o tendenze naturali e psichiche, come le doti d'intelligenza, di memoria, le attitudini alla speculazione, alle arti, alle professioni pratiche ecc., si possono distinguere attualmente circa 25-30 razze umane, per quanto gli studiosi non siano ancora d'accordo sui caratteri di ciascuna. I dispareri dipendono, non solo dalla difficoltà di stabilire per molte di esse i caratteri razziali distintivi, ma anche perchè le masse umane, nei loro spostamenti da regione a regione, fin da epoche assai remote sono venute a contatto fra loro, si sono mescolate e sovrapposte in modo, che probabilmente oggi nessuna razza può considerarsi originariamente pura.

Le modificazioni derivate dall'ambiente sono state particolarmente intense, nei casi in cui intere popolazioni sono emigrate in paesi che si trovano in condizioni fisiografiche e climatiche molto diverse da quelle dei paesi originari; in tali casi si vennero a costituire tipi razziali nuovi, quali gli anglosassoni del Nordamerica e i latini del Messico e dell'America Meridionale.

Quando invece un gruppo rimase isolato in ambiente segregato (foreste, monti, radure delle foreste vergini, vallate e altipiani isolati, isole oceaniche ecc.), si conservarono alcuni caratteri arcaici, come nei pigmei della foresta equatoriale africana, delle Is. Filippine, della Nuova Guinea ecc., ma l'isolamento produsse anche la degenerazione o l'aggravamento dei difetti costituzionali.

Fra le caratteristiche somatiche più appariscenti v'è il colore della pelle (colorito, carnagione), che fu preso anche come carattere distintivo delle razze. Tuttavia il colorito bianco, giallo, nero, olivastro o rosso, non definisce esattamente il colore della pelle, per le grandi varietà e sfumature di carnagioni. Il colore dei capelli, nelle genti non europee, oscilla fra il bruno e il nero; fra il nero e il biondo nelle europee con numerosi tipi misti. La forma dei capelli varia moltissimo, in rapporto alla sezione del pelo e alla sua inserzione nella cute, potendosi avere capelli diritti, grossi, lisci, oppure ondulati e fini o ricciuti, crespi, lanosi.

La statura, è caratteristica individuale, ma quella media è anche distintiva delle genti. Sono stature alte quelle superiori a m. 1,70, come quelle degli scozzesi (media m. 1,78); stature medie quelle fra m. 1,70 e 1,55, come negli italiani; piccole fra m. 1,55 e 1,45, e piccolissime quelle inferiori a m. 1,45, come nei pigmei dell'Africa Centrale (media 1,41).

La forma del cranio è un carattere fortemente distintivo, potendosi dividere gli uomini in: *brachicefali* o a testa con circonferenza tonda (*indice cefalico*, cioè il rapporto fra il diametro trasversale e quello antero-posteriore, 80-85:100), *dolicocefali* o a circonferenza allungata (con indice 71-73:100), *mesocefali* a testa media (indice cefalico 75-79:100). Il profilo della faccia può essere *prognato* per la grande sporgenza della mandibola e per i denti sporgenti, e *ortognato* se a dentatura diritta; altri caratteri sono dati dalla forma del naso (camuso, diritto, aquilino), dalla capacità cranica, dal colore degli occhi, dall'abbondanza dei peli, forma delle labbra (tumide, sottili) ecc.

I caratteri psichici delle varie razze, meno costanti e riconoscibili di quelli somatici, si manifestano sopratutto come tendenze all'esplicazione di *particolari attitudini* intellettuali, più o meno sviluppate in talune popolazioni, come ad es., l'esagerato idealismo della razza nordica europea, il sano equilibrio realistico di quella alpina, la vivace fantasia di quella mediterranea, la tendenza alla speculazione e la tenace caparbietà di quella semita e via di seguito.

Tali tendenze raziali possono essere attenuate, esagerate o comunque modi-

ficate, non solo con gli incroci, ma anche con i contatti sociali, le necessità dell'ambiente esterno, col grado di cultura e di tecnicismo, con i valori morali e religiosi, cosicchè anche razze diverse possono uniformarsi in un comune concetto di civiltà (es. civiltà occidentale europea, civiltà orientale asiatica ecc.).

Di qui le difese che alcuni Stati vanno prendendo per salvaguardare la purezza della razza. In generale, gli antichi incroci millenari di razze vicine fra loro, tendono ad un miglioramento del tipo raziale unitario, come è avvenuto per la nostra progenie romana-italica, che possiede armonia di corpo e di spirito (Pende). Invece mescolanze storicamente recenti fra gruppi raziali distanti, quali i *meticci*, derivati da incroci di europei con indigeni dell'America, e i *mulatti*, nati da connubi fra bianchi e negri, tendono ad una degenerazione della razza.

I *gruppi razziali* fondamentali o grandi razze, secondo gli studi più recenti, possono ridursi a tre: *Europidi, Mongolidi, Negridi*. Rimangono tuttavia numerosi gruppi umani di classificazione incerta e gruppi misti, derivati da mescolanze avvenute in epoche remotissime, come gli Indiani dell'America o *Amerindi*, e quelli dell'Arcipelago australasiatico, dove si hanno mescolanze fra il tipo asiatico e il tipo europeo da una parte, e quello asiatico e negro dall'altra.

Dal punto di vista geografico, ammesso un solo centro di diffusione della specie umana nell'Altipiano Iranico, gli *Europidi* sarebbero le popolazioni dell'Occidente, i *Mongolidi* quelle dell'Oriente, i *Negridi* quelli del Mezzogiorno (fig. 146).

Fra i minori gruppi, che stanno a sè e che gli antropologi non sono riusciti finora a classificare, ricordiamo i *Pigmei* o *Pigmidi*, popolazioni a statura bassissima (m. 1,35-1,45), membra molto gracili, colorito scuro della pelle, notevole sviluppo dello strato adiposo sottocutaneo e bassissimo grado di intelligenza e di civiltà. Essi abitano, in gruppi isolati poco numerosi, distanziati fra loro, nelle radure e sui margini delle foreste vergini della zona equatoriale dell'Antico Continente. Tali sono i *Negrilli* del bacino del Congo, i *Negritos* delle Filippine e dell'interno della Nuova Guinea, i *Mincopi* delle Is. Andamane nel G. del Bengala. Simili a questi sono i *Boschimani*, ridotti oggi a poche migliaia, seminomadi nel Deserto del Kalahari dell'Africa Meridionale.

a) Il gruppo degli *Europidi o Bianchi*, è il tipo raziale più evoluto, con tendenza alla brachicefalia, profilo ortogonato, scheletro armonico, colore chiaro della pelle, naso stretto e sporgente, barba e capelli ondulati, fra il biondo e il nero. In genere, il suo sviluppo intellettuale è il più alto e con civiltà assai progredita. Esso è il più numeroso (784 mil.) ed ha in Europa la sua massima diffusione, ma si estende anche nell'Africa settentrionale, fino al Deserto del Sahara, all'Asia Minore, Arabia, Persia, Caucasia e buona parte dell'India Possiede l'attitudine ad acclimatarsi negli ambienti più diversi, cosicchè, dopo le grandi scoperte geografiche dei sec. XV e XVI, si è largamente diffuso, sovrapposto e sostituito alle razze indigene, nel cuore della Siberia, nell'Africa Meridionale, nell'Australia, nella Nuova Zelanda, nel Canadà, Stati Uniti d'America, nell'Argentina, nel Cile ecc.

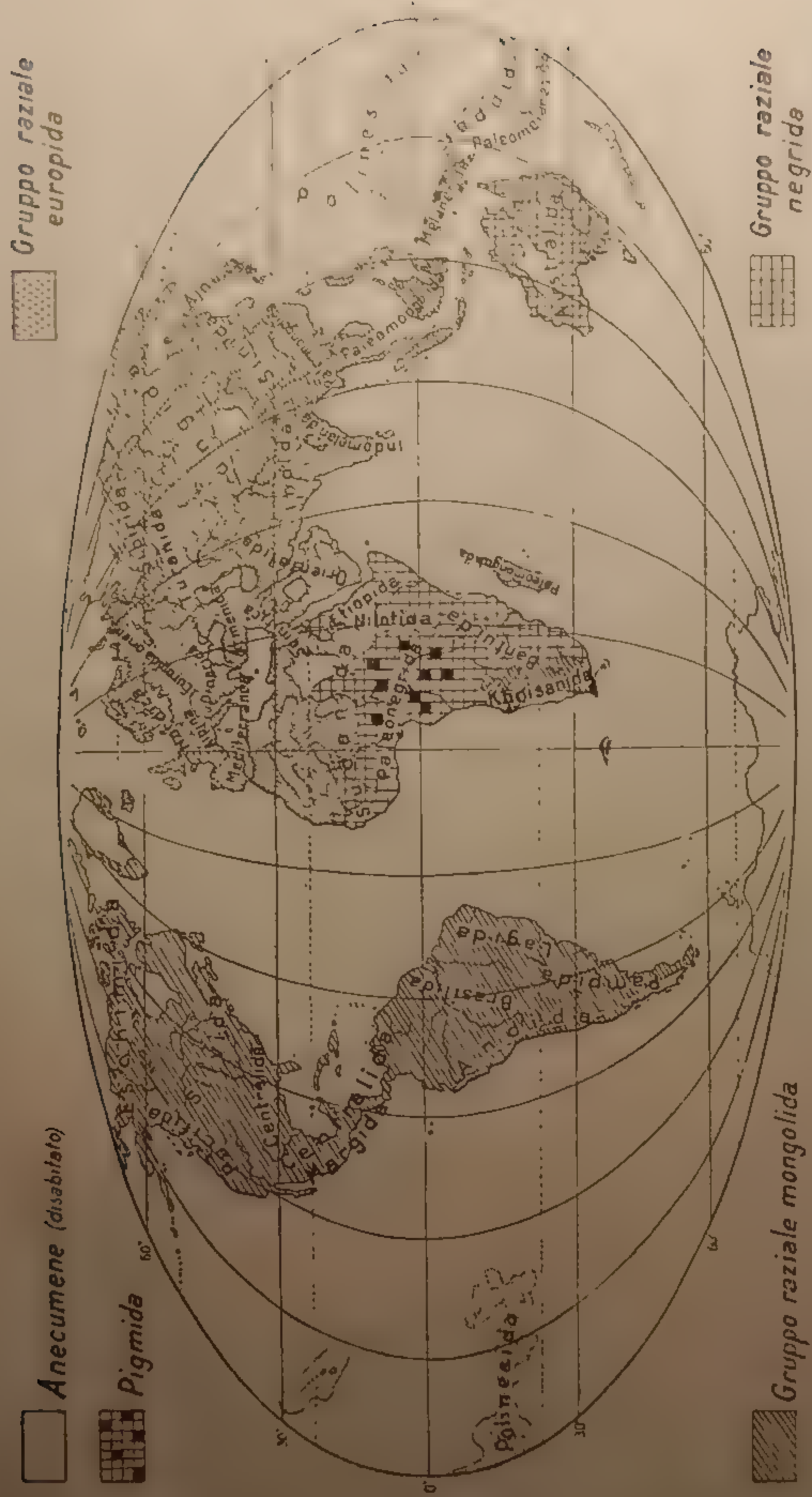



Fig. 146. — Distribuzione delle principali razze umane sul Globo

In questo gruppo si riuniscono molte razze, ciascuna con propri caratteri somatici e psicologici, quali la *Nordica*, l'*Alpina*, la *Mediterranea*, la *Dinarica* ecc. che sono le più evolute e popolano l'Europa Occidentale, Centrale e Meridionale e che si comprendono sotto la comune denominazione di *razze ariane;* vi sono poi l'*Europida Orientale* nel bassopiano russo, la *Semitica* attorno al bacino orientale del Mediterraneo e dispersa nell'Europa Orientale [illegible] del Mondo, l'*Armenida* nel cuore dell'Asia Minore e del Caucaso, l'*Orientalida* nell'Arabia e nella Persia, la *Turanida* a NE del M. Caspio, nel bacino dei fiumi Amu e Sir, le cui popolazioni (*Tartari*) emigrarono nel XIII secolo in Europa e si stabilirono nella Russia Meridionale; finalmente l'*Indida*, che [illegible] la parte settentrionale e occidentale della penisola del Deccan nell'Asia [illegible], pure assai evoluta.

b) Il Gruppo raziale dei *Mongolidi* o *Asiatidi* comprende popolazioni di bassa statura con brachicefalia e profilo ortogonato, occhi obliqui, zigomi sporgenti, scarsa barba, capelli neri e lisci, colorito giallognolo della pelle; le facoltà intellettuali sono assai buone e facilmente sviluppabili. Questo grande gruppo raziale è diffuso in tutta la regione Asiatica orientale, dalla Siberia alla Cina, all'Indocina, al Giappone, alle Filippine, all'Insulindia.

Allo stesso gruppo, secondo concetti recenti, appartengono anche le popolazioni originarie dell'America Settentrionale e Meridionale (gli *Amerindi*), per quanto modificate dall'ambiente, con alta statura e naso prominente. Oggi queste razze americane sono in gran parte distrutte dalla colonizzazione europea, od accantonate in distretti di sopravvivenza, come attorno all'Oceano Glaciale Artico americano e asiatico (Razza *eschimida*, di piccola statura, colorito intenso), nel cuore delle Montagne Rocciose (Razza *Pacifica* o *Pelli-rosse*), nella Foresta equatoriale dell'Amazzonia e nella Patagonia (Razza *Brasilida* con gli *Indi* o *Indiani* d'America); ambedue con carnagione giallo-terrosa, capelli lisci, alta statura, naso prominente.

Le razze mongolidi sono molte, e fra le più numerose sono da ricordare: in Asia la *Sibirida* e la *Tungida* più arretrate, nella Siberia e nella Mongolia, la *Sinida*, più progredita, nella Cina settentrionale e nel Giappone; la *Paleomongolida*, nella Cina Meridionale e nella Malesia. Fra le razze americane, ridotte molto di numero (complessivamente 20 mil.) le razze *Margida*, *Centralida* e *Andida*, nel Messico, nel Perù e attorno al Mar Caraibico, che hanno avuto un'antica civiltà (*civiltà precolombiana*), ma sono state completamente distrutte o degradate con gli incroci europei (*meticci*).

c) Il Gruppo raziale *Negrida*, nella sua distribuzione attuale è distinto in due aree nettamente separate: i *Negridi dell'Ovest*, in Africa e *Negridi dell'Est* nel mondo australiano e oceanico.

I *Negridi dell'Ovest*, che abitano il Continente africano a sud del Sahara, hanno statura piuttosto alta, cranio dolicocefalo, profilo prognato, colorito scuro della pelle, capelli crespi e a ciuffi; labbra tumide, naso camuso; la loro capacità intellettuale è limitata, il carattere è imitativo e sensuale. È il solo gruppo raziale atto a sopportare il clima caldo-

umido delle regioni intertropicali. Sono circa 125 mil. di individui, e durante i sec. XVIII e XIX, furono importati come schiavi negli Stati Uniti meridionali e in Brasile, dove formano anche oggi nuclei compatti.

Nel mondo oceanico della Tasmania, dell'Australia, della Nuova Guinea, della Melanesia, abitano le popolazioni *Negride dell'Est*, che sembra debbano la loro origine a migrazioni venute attraverso l'Asia, prima che si frantumasse il cordone di terre che l'univa all'Australia, e che rimaste isolate, mantennero la purezza dei loro caratteri raziali.

Nella parte a nord dell'Equatore vivono in Africa le razze *Sudanida* e *Nilotida*, che abitano le zone a savana del Sudan e del medio Nilo. Sono popolazioni relativamente evolute, sedentarie ed agricole. Nell'Africa Meridionale si ha la razza *Kotsanida* sull'Atlantico e la *Bantuida* sull'Indiano, popolazioni tutte forti e guerriere. Fra i negri africani del Nord e quelli del Sud, v'è la razza *Paleonegrida* del bacino del Congo, assai meno evoluta fisicamente e intellettualmente.

Le razze Negride dell'Est sono l'*Indomelanida* della costa orientale dell'India e di Ceylon, l'*Australida* del Continente australiano a viso prognato, fronte sfuggente, statura alta, capelli lisci, in gran parte distrutta dalla colonizzazione europea, e la *Melanesida* della Nuova Guinea, delle Is. Salomone, delle Is. Nuove Ebridi e che rappresentano i tipi più progrediti orientali.

d) Accanto a questi tre gruppi raziali fondamentali esistono numerosi *gruppi misti*, che rappresentano quasi un quarto dell'umanità, e derivano da mescolanze avvenute in epoche remotissime con caratteri assai vari, sicchè gli antropologi non sono d'accordo sulla loro origine e classificazione. Alcuni gruppi di queste popolazioni sono poco evoluti, anche somaticamente, come gli abitanti della Terra del Fuoco, nell'America Meridionale, con caratteri che richiamano il tipo mongoloide, (gli *Indi* di Razza Pampida); altri invece sono assai progrediti, di colore chiaro, naso sporgente, alta statura, con caratteri che li avvicinano agli europidi (*Razza Polinesida*), che in poche centinaia di migliaia di individui abitano le isole della Polinesia.

Più intense e manifeste sono sopratutto le mescolanze che si hanno nelle zone di contatto fra i tre continenti del Vecchio Mondo, le quali si interpongono fra le aree di diffusione dei tre tipi fondamentali e che furono dette *aree d'interferenza*.

Di queste aree d'interferenza, una prima si ha in Africa, sopratutto nella parte orientale, dove attraverso la Valle del Nilo si ebbe mistione di sangue negro con sangue bianco (*Razza Etiopida* di alta statura, colore scuro, naso sporgente, capelli ondulati e ingegno sveglio).

Altra zona di grande mescolanza è data dall'India, Indocina e dall'Arcipelago Australasiatico, fra il tipo mongoloide e il tipo negro, quali i Dravida (65 mil.), con caratteri che li avvicinano agli Etiopi (*Razza Indomelanida*). Un altro gruppo è dato dai Malesi (90 mil.), dell'Indocina e dell'Arcipelago dell'Insulindia, abbastanza progrediti e che si ritengono di antica mescolanza di mongolidi ed oceanici (*Razza Paleomongolida*), che pervennero a colonizzare anche parte del Madagascar

Popolazioni a sangue misto, fra le razze europide e mongolide, si hanno lungo una fascia di contatto fra il Continente asiatico e quello europeo, dal M.

Artico al Turchestan, dove si hanno le popolazioni dei Lapponi, Ostiachi, Bashkiri, Ceramissi ecc.

Un gruppo tutto a parte è quello degli *Ainu*, che abitano le isole di Yeso di Sachalin e le isole Curili al Nord del Giappone, i quali al contrario dei Mongolidi, presentano alta statura e notevole sviluppo di capelli e barba

Ogni razza ha una diversa adattabilità fisica a climi ed ambienti diversi dall'originario e una diversa attitudine intellettuale e capacità alla utilizzazione delle risorse economiche della Terra. Per *acclimatazione raziale*, s'intende la facoltà acquisita stabilmente, non dai singoli individui, ma da tutta la razza, ad adattarsi per tutta la loro discendenza e in buone condizioni sanitarie, in ambienti diversi dai loro originari.

Il ***gruppo raziale europida***, come originario delle regioni temperate e il più evoluto di mezzi e strumenti, ha il dominio delle forze naturali e la utilizzazione dei prodotti naturali. Esso è quello che meglio si adatta a condizioni diverse di clima, salvo che per quello caldo umido equatoriale (clima amazzonico) che abbatte il bianco e lo rende attaccabile da particolari malattie (*malattie tropicali*) e inadatto a sforzi gravosi e a fatiche; per cui in molte colonie, gli Europei devono servirsi della mano d'opera di altre razze (*genti di colore*), conservando essi solo le funzioni direttive.

Fra le razze europidi, la ***Mediterranea*** e l'***Alpina***, contrariamente a quella ***Nordica***, possono acclimatarsi nelle regioni tropicali calde e asciutte, formando colà delle vere colonie di popolamento, come gli italiani, spagnoli, greci, nell'Africa settentrionale (Marocco, Algeria, Tunisia, Libia, Egitto).

Le razze negridi tropicali risentono piuttosto il cambiamento di altimetria nelle variazioni d'insediamento. Così male si acclimatano, nelle zone basse, le genti abitatrici degli altipiani elevati e viceversa, mentre possono trasportarsi anche in continenti distanti, ma della stessa zona tropicale (es. la *tratta* dei negri africani per l'America Centrale).

Fra le mongolide, solo la *Sinida* è razza migratrice in altri paesi, ma può esser sottoposta a duri lavori, sopratutto nei paesi a climi temperati o subtropicali come negli Stati Uniti occidentali e nel Cile.

Vi sono poi malattie collegate a speciali condizioni di clima, come le così dette *malattie tropicali*, propagate da bacilli, che vivono in determinati climi. La *febbre gialla* ha per veicolo la *Stegomia fasciata*, la *dengua* è propagata dalla *Culex fatigans*, la *malattia del sonno*, propria dell'Africa tropicale, è trasmessa dalla *Glossina palpalis* ecc. La *mosca tse-tsè* (*Glossina morsitans*) colpisce gravemente in Africa il bestiame domestico.

Nei paesi subtropicali la *malaria*, diffusa da una zanzara (*Anopheles claviger*), fa strage in Asia, Africa e America, dove si calcola siano colpiti oltre 2 mil. di abitanti all'anno, per cui i paesi malarici sono economicamente assai arretrati. Nei paesi civili, come il Mediterraneo, dove sembra importata dall'epoca etrusca, ci si difende dalla malaria con mezzi curativi (chinino) e preventivi (prosciugamento delle paludi, dove si sviluppano le uova e le larve delle anofele)

§ 142. — POPOLI. — Dicesi *popolo*, con concetto etnico-spirituale, un raggruppamento di uomini, aventi comuni caratteri psichici e culturali, sovrapposti a quelli raziali, e dovuti all'ambiente sociale e storico, nel quale i vari popoli si svilupparono; caratteri che si manifestano sopratutto nel linguaggio, nella religione, nella moralità, cultura e tecnicismo e che, nel complesso, costituiscono quella che si dice la *civiltà*.

Quando gli elementi spirituali e storici poggiano anche sull'unicità dell'ori gine e dei comuni caratteri raziali, senza gravi infiltrazioni di elementi estranei i popoli assumono particolari caratteri distintivi, a confronto dei popoli [illegible] italiani, francesi, tedeschi ecc.), che danno una coscienza collettiva al popol

a) *Linguaggi*. — L'elemento che costituisce la distinzione più sensibile tra popolo e popolo è quello del linguaggio articolato, che è proprio del solo uomo, ed è il mezzo con cui gli elementi della cultura e civiltà si trasmettono, per tradizione, da una generazione ad un'altra. Affinità di lingua non indica affinità di razza, bensì piuttosto di civiltà

Pur ammettendosi oggi la monogenesi del linguaggio, col tempo e col migrare degli uomini, vennero differenziandosi le varie *lingue*, le quali si calcolano ad oltre 2000, pur essendo impossibile stabilirne il numero, per la difficoltà talora di distinguere una lingua, dalle minori suddivisioni che sono i *dialetti*

Le varie lingue aventi affinità di vocaboli costituiscono una *Famiglia linguistica* (es : italiano, francese, spagnolo ecc appartengono alla Famiglia delle lingue Neo-latine; tedesco, inglese, svedese ecc appartengono alla Famiglia delle lingue Germaniche, russo, polacco, serbo ecc sono della Famiglia delle lingue slave). Quelle famiglie linguistiche che hanno una particolare affinità, per un comune origine anche lontana, fanno parte di un *Gruppo linguistico* (così le lingue Neo-latine, Germaniche e Slave fanno parte del Gruppo delle lingue Indo europee ecc.).

Per la diversa struttura grammaticale, le lingue dell'umanità si distinguono in *monosillabiche, agglutinanti* e *flessive*.

Le *monosillabiche* sono le più semplici, nelle quali tutte le parole sono rappresentate da monosillabi invariabili, le cui combinazioni sono di necessità limitate di numero, per cui le varie funzioni grammaticali della stessa parola risultano dalla posizione del monosillabo nella frase e dall'intonazione con cui si pronuncia. Lingue monosillabiche sono il Cinese, il Coreano, l'Indo-cinese e il Tibetano.

Le *lingue agglutinanti* hanno parole risultanti da una radice invariabile, con proprio significato, e di alcune particelle, che hanno pure significato di per sè stesse, e che si aggiungono alle prime per esprimere i vari casi e relazioni. Sono quelle di molti popoli Mongolici e Negri, come il turco e il bantù dell'Africa Australe. Tal altra sono *incorporanti*, perchè le varie parti del discorso possono essere assorbite nel verbo, onde un'intera proposizione può essere espressa da una sola parola, come gli indigeni d'America.

Le *lingue flessive* hanno pure radici, prefissi e suffissi non aventi significato di per sè, bensì questi ultimi sono del tutto fusi colle radici a cui servono a dare un significato. Sono le lingue indo-europee dei popoli più evoluti di gruppo razziale bianco e sono parlate in Europa e in America.

Rispetto al numero degli uomini che usano i vari linguaggi, si può osservare che, più della metà degli uomini (950 milioni circa) parlano lingue del Gruppo Indo-europeo, quali i popoli europei, indiani, iranici; più di un quinto (380 milioni) usano lingue cino-tibetane (Cinesi e Tibetani); un quindicesimo uralo-altaiche (130 mil.) nell'Asia Settentrionale e, in Europa stessa, i Finni, i Magiari e gli Ottomani. Le lingue camitiche (antico egiziano, berbero, somalo, dancalo e galla) e quelle semitiche (antico assiro, ebraico, arabo e abissinico) vengono usate complessivamente da circa 50 milioni di uomini; circa 30 milioni parlano le lingue bantù, 15 milioni le varie lingue indigene americane ecc.

L'espansione di una lingua è in rapporto al crescere o al decadere della potenza territoriale o commerciale del popolo che la parla. Così in passato molto diffusa era la lingua *greca*, per il commercio e l'alta cultura del suo popolo; il *latino*, per la potenza romana; l'*italiano*, per la cultura e il commercio delle nostre Repubbliche medioevali, lo *spagnolo* e l'*inglese*, per l'espansione delle loro colonie.

Sono dette *lingue franche*, quelle che si usano anche al di fuori delle genti alle quali sono proprie e che servono per il commercio e per i rapporti culturali fra popoli di parlate differenti, come ad es. l'*inglese*, l'*arabo* e il *suaheli*, lingua commerciale mista intesa da tutti i popoli che gravitano verso l'Oceano Indiano.

Oggigiorno le lingue più diffuse sono l'*inglese*, che viene adoperato da quasi 165 milioni di uomini ed è la lingua universale del commercio marittimo e delle popolazioni colonizzate, il *francese*, parlato da 50 mil. e che è la lingua della diplomazia e della cultura; lo *spagnolo*, parlato da 186 mil. di persone nell'America Centrale e Meridionale (salvo il Brasile in cui si parla portoghese), il *tedesco* (92 mil.), nel Centro ed Oriente d'Europa, negli Stati Uniti d'America e nel Brasile; l'*italiano* (51 mil.), nell'Oriente Mediterraneo, nell'Africa Settentrionale ed Orientale, negli Stati Uniti, nel Brasile e nell'Argentina; l'*arabo* (22 mil.) è la lingua in gran parte conosciuta nel mondo mussulmano, il *russo* (85 mil.), diffuso dalla Russia per tutta la Siberia fino all'Oceano Pacifico; il *persiano*, lingua di cultura del Medio Oriente, l'*indostano* (254 mil.), la lingua commerciale dell'India; il *cinese* e il *tibetano*, parlato da quasi 487 mil. di uomini.

b) *Religioni*. — Sono la manifestazione più alta dello spirito umano, per cui sono espressione vivissima del grado di civiltà dei popoli che le professano. Inoltre la religione è una forza potente di unione per i popoli aderenti alla stessa fede; mentre è causa di debolezza nei popoli professanti fedi diverse.

Nelle religioni non va considerato solo il culto, cioè la forma esterna con cui si manifesta la fede, ma sopratutto i principi morali e sociali ai quali la religione s'ispira e che hanno grande importanza sulla civiltà dei popoli ed anche sulla loro vita sociale e politica e quindi nelle relative manifestazioni spaziali. In questo senso si può parlare, ad esempio, di una *civiltà cristiana* e di una *civiltà mussulmana*, in contrasto fra loro, con grandi riflessi sulla vita dei rispettivi popoli che le professano.

Alcune religioni, come il Cristianesimo e il Buddismo, proclamano l'uguaglianza degli uomini davanti a Dio. Altre religioni invece, come il Bramanesimo, ammettono la divisione della società in *caste*, cioè classi chiuse a cui si appartiene per nascita e dalle quali non si può uscire, a cui spettano particolari attribuzioni non intercambiabili; ciò che è ragione di particolari forme di reggimento sociale e quindi economico e politico. Altre religioni ammettono la schiavitù, come presso i Mussulmani e i Pagani, di cui si è usato ed abusato anche presso popoli cristiani (*tratta dei negri*), con divisione in liberi e schiavi, con conseguenze geografiche manifeste (es.: colture tropicali nelle Indie Occidentali, colonie di popolazioni africane negli Stati Uniti meridionali ecc.).

Dal punto di vista delle religioni professate, che non mancano in nessuno dei popoli della Terra, questi si possono distinguere in tre grandi

gruppi: *pagani*, *politeisti* e *monoteisti*, con sempre più evoluti gradi di civiltà dal primo all'ultimo gruppo (fig. 147).

1) *Pagani* sono i popoli primitivi, delle religioni così dette *animiste*, che considerano le cose della natura animate di spiriti buoni o cattivi, che bisogna propiziarsi con sacrifici o colla protezione di oggetti materiali (*idoli* o *feticci*), i quali diventano oggetto di culto e di arti magiche.

Queste religioni, con circa 110 milioni di seguaci, dominano fra le popolazioni negre meno progredite dell'Africa Equatoriale e dell'Oceania e presso gli indigeni americani.

2) *Politeisti* sono i popoli che hanno divinizzato le forze della natura o delle personalità superiori (*dei*, *eroi*), così come nelle religioni classiche greco-romane.

Il *Bramanesimo* o *Induismo* è la religione politeista antichissima dell'India, con 300 mil. di seguaci, circoscritta al solo territorio dell'India, e che ammette come principio fondamentale, la divisione della società in *caste*, immutabilmente separate le une dalle altre, ciò che porta ad un frazionamento della vita sociale e politica dei popoli che la seguono.

Il *Buddismo*, sorto nel V sec. a. C., come riforma del Bramanesimo, ha proclamato l'uguaglianza degli uomini ed altri principi morali, ma fu sradicato dall'India, per diffondersi invece, col culto degli antenati (*Confucisti*), in Cina, in Giappone (*Scintoisti*) e nell'Indocina (*Taoisti*). Queste quattro religioni dell'Asia Orientale contano complessivamente 600 mil. di seguaci.

3) *Monoteisti* sono tutti i popoli a civiltà superiore, che credono in un Dio solo e nella immortalità dell'Anima, quindi nel valore dell'individualità umana, ciò che favorisce l'iniziativa dei singoli e l'incivilimento delle masse.

Il *Giudaismo* è la più antica e la meno diffusa delle religioni monoteiste, rivelata da Dio in Palestina e divenuta poi religione della razza ebraica (*Talmudismo*), non ammette proselitismo e si è diffusa al di fuori, quando gli Ebrei furono dispersi per il Mondo, lontani dalla loro culla originaria della Palestina, che ora tenderebbero a ricostituire (*Sionismo*). Non conta oggi che 16 mil. di seguaci, sparsi fra gli altri popoli, specie nei vari paesi dell'Europa Centrale ed Orientale, del Mediterraneo orientale e degli Stati Uniti d'America. Ma essendo professata dagli Ebrei, che provenendo dallo stesso ceppo conservano particolari caratteri distintivi, dove questi formano una massa numerosa, come nella fascia che attraversa l'Europa Orientale dal Mar Baltico al Mar Nero, qui essi conservano caratteri raziali e morali assai distinti e in contrasto col resto della popolazione.

L'*Islamismo* è invece la più recente delle religioni monoteiste. Predicata da Maometto in Arabia nel VII sec. d. C., con elementi presi dalla religione ebraica, ammette la poligamia, indulge alle passioni umane ed è fatalista, per cui ebbe diffusione fra i popoli meno progrediti del Vecchio Continente, abitanti nelle regioni desertiche e steppiche. La grande forza di proselitismo, predicato o armato, dei suoi seguaci (detti anche *Maomettani* o *Mussulmani*) fece sì che si è diffusa in tutta l'Asia Sud-occidentale, dal Volga al Mediterraneo meridionale, in

1 Cattolici - romani
2 Protestanti
3 Scismatici
4 Mussulmani
5 Buddisti, confucisti, ecc.
6 Bramanisti
7 Pagani

Fig 147. — Distribuzione dei seguaci delle varie religioni sul Globo

buona parte dell'India e tutte le Isole Malesi. Recentemente, diminuita [illegible] la dipendenza dagli europei, l'Islamismo è [illegible] [illegible] regioni abitate da negri (Sudan) o da gialli (Turchestan). I maomettani [illegible] oggi a 310 milioni.

Il *Cristianesimo* è la religione superiore per eccellenza e più diffusa di tutte, contando quasi 800 mil. di seguaci, specie nelle regioni più incivilite d'Europa e d'America (40% della popolazione totale del Globo). Perfezionamento e completamento divino del Giudaismo, ha una morale superiore che si riflette sulla vita singola e sociale dei suoi seguaci e uno spirito di diffusione grandissimo. Oggigiorno si divide in tre *Chiese* principali: la *Cattolica Romana*, la più antica e maggiore, con 410 mil. di seguaci, che ha assunto in sè la tradizione latina e romana, riconosce come suo unico capo supremo il Pontefice di Roma e che, specialmente durante il sec. XIX, ha assunto un'autorità e una forza d'espansione enorme in tutti gli Stati civili del Mondo e nelle loro colonie. La *Chiesa Orientale o Scismatica*, staccatasi dalla Chiesa Romana nell'XI sec., i cui seguaci, che si dicono *ortodossi*, sono circa 160 mil. e formano una massa compatta nell'Europa Orientale e nella Penisola Balcanica. In questi ultimi decenni però, dopo la caduta dell'Impero degli Zar di Russia, ha molto perduto di autorità e si è andata frazionando in Chiese nazionali. Infine le varie *Chiese Protestanti o Evangeliche*, staccatesi da Roma nel XVI sec., contano complessivamente 230 mil. di seguaci, diffusi sopratutto nell'Europa Settentrionale e negli Stati Uniti d'America, ma che si andarono frazionando in un numero non bene definito di sette, le quali pur essendo dotate di larghissimi mezzi di propaganda, hanno perduto l'unità e la forza d'espansione.

4) Le *missioni cristiane* sono un mezzo potentissimo di diffusione di fede e di civiltà e di risanamento morale e fisico presso i popoli meno progrediti, ed elemento di espansione culturale, economica e coloniale nei nuovi territori.

La Chiesa Russa ha mostrato sempre poca attività in questo campo; e le missioni delle varie Sette protestanti diedero principio ad un movimento notevole, solo a metà del sec. XIX, quando l'Inghilterra se ne fece diffonditrice nei suoi possedimenti coloniali. Solo la Chiesa Cattolica fu sempre propugnatrice di Missioni, fin dall'origine, ma specialmente dopo la scoperta dell'America e colla fondazione dell'Ordine dei Gesuiti (sec. XVI e XVII).

Nel 1925, le *Missioni cattoliche* fra gli infedeli erano in numero di 1500 circa, ed estese a tutti i continenti e a tutte le latitudini, con 13 mil. di fedeli, dei quali 1 mil. circa di europei; a questi vanno aggiunti un milione e mezzo di catecumeni, che non hanno ancora ricevuto il battesimo. Degli « indigeni » cattolici 7,2 mil. sono in Asia, 2,3 in Africa, 2,2 in America, e 242 000 in Oceania; cioè complessivamente il 39% delle popolazioni non cristiane. L'esercito missionario cattolico contava 13.000 sacerdoti, 4500 laici, 31.000 suore, 74.000 coadiutori. Le Missioni cattoliche, a differenza delle altre Missioni cristiane, hanno dato il massimo impulso al reclutamento del clero indigeno, fra il quale si contano 4500 sacerdoti e 17.800 suore, sopratutto fra le popolazioni più civili dell'Asia Orientale. Essi dirigono 42.600 scuole, con 1.803.000 alunni, non tutti cristiani, di cui il 61% in Asia e il 33% in Africa, e fra queste 8 Università nell'Estremo Oriente; inoltre si hanno 1365 orfanotrofi con 73.000 ricoverati e 587 ospedali, specie fra i lebbrosi, colerosi ed appestati delle zone tropicali. Le Missioni cattoliche, che pur tengono conto dei costumi e della razza dei singoli po-

poli, trovano la massima difficoltà di penetrazione fra le popolazioni mussulmane soprattutto per il diverso ordinamento della famiglia (poligamia)

c) *Rapporti sociali e gradi di civiltà.* - Non si conoscono uomini che vivono in dipendenza assoluta dalla natura, come gli animali, bensì nelle varie parti della Terra e in condizioni d'ambiente diverse, l'uomo ha saputo giungere a forme più o meno evolute di associazione, per il soddisfacimento delle proprie necessità materiali e spirituali (*famiglia*, ***tribù*, *classe*, *nazione***).

Nei gradi più infimi di *civiltà primitiva* - quale era quella dei primi uomini (*uomo neolitico*) ed oggi di pochi e piccoli aggruppamenti umani, accantonati nelle regioni isolate a climi estremi i così detti *selvaggi* vivono allo stato di natura con la caccia, pesca, e raccolta di prodotti spontanei vegetali, senza lavorare e con pochi e scarsi rapporti con i loro simili.

La forma sociale più elementare di questo stadio è quella della *famiglia monogamica*, di cui l'uomo è il capo assoluto. Tali i Negri australiani, che vivono in piccolo numero nell'interno del Continente, i Negrilli pigmei della foresta equatoriale, i Boscimani dei deserti dell'Africa Australe e alcuni iperborei delle regioni glaciali d'Europa e d'America.

Altrove, nelle regioni a climi stagionali intertropicali o monsonici, si passa, con grande varietà di stadi e di forme, alla *semicivìltà* che comporta la coltivazione elementare, ma metodica, e l'allevamento del bestiame; lo sviluppo del concetto di proprietà privata o collettiva e l'organizzazione della società in *classi* subordinate fra loro, per la produzione e il consumo dei beni naturali.

La *famiglia* diventa poligamica e talora patriarcale, riunione di più generazioni sotto la direzione di un capo e con suddivisione di funzioni, a vantaggio della collettività. Se essa, per il moltiplicarsi, si scinde in più focolai, riuniti in uno stesso territorio, si passa alla *tribù*, dei popoli tropicali, e al *clan* di quelli *settentrionali*, che hanno spesso comune la discendenza, il modo di vita, la proprietà, la lingua. La specializzazione e subordinazione delle occupazioni si fa sempre più netta, fino a giungere, presso alcuni popoli alla *schiavitù* individuale, presso altri alla appartenenza, per nascita, a classi sottoposte ad altre superiori (*caste*).

Esempi di *semicivilizzazione*, sia pure in forme molto diversamente evolute, si hanno così fra i popoli agricoltori della savana africana (Haussa, Bongo, Denga, Galla ecc.), o fra i nomadi pastori dell'Asia sud-occidentale (Kirghisi, Calmucchi, Curdi ecc.), o fra quelli delle steppe africane (Berberi, Somali, Arabi) ed infine nelle caste degli Indù.

Alla *civiltà superiore* sono giunti quei popoli, che per una serie di iniziative e di sforzi individuali e collettivi di generazioni successive, hanno acquistato il senso della propria dignità e valore, sviluppo di cultura, tecnicismo di lavoro e progresso materiale e morale. Sopratutto sono civili quei popoli, che hanno saputo armonizzare i progressi tecnici con l'elevatezza dei principi morali.

Anche in questo studio di civiltà le gradazioni [illegible] sono [illegible] mi, ma la forma sociale predominante, oltre la cellula fondamentale [illegible] la famiglia monogamica, sta nelle *classi*, per una distribuzione razionale del lavoro, nonchè nelle varie forme di *associazioni* con interessi materiali, per il raggiungimento di un determinato fine individuale o collettivo, come le società economiche, le *corporazioni* di mestiere, le *unioni* di cultura e propaganda ecc. Alcune di queste civiltà, per le vicende politiche e storiche, si sono arrestate e cristallizzate in uno stadio primitivo (es. la *civiltà orientale* della Cina), altre, sotto l'influsso del Cristianesimo, fra i popoli più progrediti d'Europa e d'America (*civiltà occidentale*) si sono evolute in forme sempre più complesse di interessi superiori e spirituali, fino ad assurgere al concetto ideale della collettività convivente su uno stesso territorio (*Nazione*).

Si calcola che oggigiorno alla più progredita *civilizzazione*, detta *occidentale*, appartengano 785 mil. di persone, a quella *orientale* 1.078 mil., alla *semiciviltà asiatica* 1 mil., a quella *africana* 89 mil. e a quella *primitiva* appena 250.000 persone.

Di solito, dove un popolo superiore per forza o per civiltà viene a trovarsi a contatto con uno molto inferiore, questo tende a deperire ed estinguersi; così i Boscimani di fronte ai Negri loro vicini; i Negri australiani e i Pellirosse americani a contatto cogli Europei ecc.

La varietà degli elementi raziali, linguistici, religiosi e sociali, che intervengono nello stabilire le differenze fra i vari popoli della Terra, rendono assai complessa e difficile la loro classificazione.

Una classificazione del centinaio di popoli oggi conosciuti in 18 gruppi principali, è la seguente:

1.	Popoli Europei ed americani (greci, albanesi, latini, celti, germani, slavi ecc.)	mil.	706.0
2.	Indiani, Dravidi	»	329.0
3.	Parsi	»	0.1
4.	Ebrei	»	14.1
5.	Armeni	»	2.6
6.	Altri popoli caucasici	»	2.1
7.	Zingari	»	0.7
8.	Popoli orientali (siriaci, arabi, egiziani, berberi, turchi, persiani, tartari, curdi ecc.)	»	102.0
9.	Popoli negroidi orientali (Somali ecc.)	»	3.0
10.	Popoli asiatici orientali (Cinesi, Giapponesi, Tibetani, Mongoli ecc.)	»	588.0
11.	Jacuti	»	0.3
12.	Finni, Scandinavi ecc.	»	2.8
13.	Esquimesi ed affini	»	0.1
14.	Malesi	»	68.0
15.	Indiani	»	14.0
16.	Negri (Sudanesi, Bantù, Americani ecc.)	»	116.0
17.	Australoceanici	»	1.6
18.	Popoli primitivi (Australiani, Aino, Negrilli ecc.)	»	0.3

Non bisogna confondere *popolo* con *popolazione*: il primo è un concetto etnico-spirituale, l'altro statistico-numerico, il numero cioè di individui viventi su un determinato territorio.

§ 143. — Nazioni. — Con concetto geografico e spirituale insieme, chiamasi *Nazione* un popolo che vivendo da lungo tempo sullo stesso territorio ha acquistato, insieme ai comuni interessi, rapporti, tradizioni e storia, unità di sentimenti e di aspirazioni e coscienza di comuni destini, legati strettamente al territorio su cui si svolge la sua vita (la *Patria*).

La nazione è una formazione storico-geografica, propria dei popoli di civiltà superiore. Perchè una nazione si formi e si evolva è necessario un saldo fondamento territoriale, per cui un popolo nomade mai giungerà ad essere una nazione. Occorrerà però che il sentimento comune generi una volontà comune, che sola può dare valore all'elemento geografico e si manifesta come coscienza collettiva (*coscienza nazionale*).

Così gli italiani, anche divisi politicamente per secoli su una stessa regione unitaria (la Penisola Italiana), sentivano di essere Nazione che come tale veniva espressa dal genio e dal sentimento dei nostri sommi. Il linguaggio comune facilita e promuove i rapporti fra uomini abitanti lo stesso territorio e unisce con la cultura e la tradizione le generazioni passate alle future, la comune religione è pure un grande fattore di forza e di unione fra membri della stessa Nazione, eliminando contrasti di coscienze e di pensiero. Tuttavia differenze dialettali, linguistiche e religiose non impediscono ad una società di sentirsi Nazione, purchè gli abitanti di uno stesso territorio abbiano la consapevolezza e l'orgoglio di una comune origine etnica o storica e di un comune destino. Così la Svizzera, dove coabitano tedeschi, francesi e italiani, e il Belgio, in cui vi sono valloni e fiamminghi, o come in Germania, dove il cattolicesimo e il protestantesimo non spezzano il vincolo nazionale.

Le *Nazioni*, per avere una salda unità, dovrebbero corrispondere a regioni geografiche, cioè vivere su territori costituiti di parti, essenziali ed accessorie, coordinate e subordinate fra loro in una unità superiore organica, per le necessità di vita materiale e spirituale autonoma dei loro abitanti, e con confini naturali (mari, monti, fiumi, deserti ecc.).

In Europa, dove il concetto di nazione è più sviluppato, cio risponde abbastanza bene per la parte occidentale ad antico insediamento di popoli (nazione spagnola, francese, inglese, tedesca, italiana, norvegese, svedese ecc.), non in quella orientale, dove la mancanza di regioni naturali ben nette e la scarsa o nessuna corrispondenza con l'insediamento dei popoli, rende difficilissimo il consolidarsi delle Nazioni, con grandi riflessi sulla Geografia politica, come è avvenuto recentemente per la artificiale e giovane nazione Cecoslovacca.

Fuori d'Europa, benchè il concetto di Nazione sia meno distinto, per il recente insediamento di popoli più diversi, si è formata ormai una coscienza nazionale in regioni insulari a confini definiti, come il Giappone e l'Unione Australiana e sul Continente Americano, dove, agli Stati Uniti, che si stendono su un'enorme regione costituente una vera unità naturale, le vicende storiche delle lotte per l'indipendenza dagli Stati colonizzatori europei (fine sec. XVIII) e delle Guerre di Secessione (1861-65), hanno permesso lo sviluppo di una coscienza unitaria, in popoli di origine diversa, abitanti su quell'immenso territorio, ma ormai parlanti la stessa lingua (inglese) ed aventi una propria comune educazione e mentalità (americana).

CAP. XXVI.

DISTRIBUZIONE DEGLI UOMINI SULLA SUPERFICIE TERRESTRE

§ 144. — NUMERO E DENSITÀ DELLA POPOLAZIONE SUL GLOBO. La popolazione attuale del Globo (1937) si calcola pari a 2.136 milioni di individui, dei quali 523 milioni abitano in Europa, 1.180 milioni in Asia, 152 mil. in Africa, 180 mil. nell'America Settentrionale, 90 mil. in quella Meridionale, 11 mil. in Australia ed Oceania. Questa popolazione però non è uniformemente distribuita su tutta la superficie della Terra, ma presenta grandi variazioni, addensandosi in alcune regioni, lasciando vuote o quasi altre.

Il rilevamento numerico della popolazione è fatto dalla *Statistica*, mediante i *censimenti*, cioè rilevamenti periodici e simultanei degli abitanti di un dato territorio. Il censimento, nei paesi civili, è funzione statale e la popolazione così rilevata, di solito, viene distinta per sesso, per stato civile (celibi, coniugati e vedovi), per natalità e mortalità, per gruppi di età, di religione, di attività economica ecc. Censimenti furono eseguiti ancora nell'antichità, dagli egiziani e dai romani, e qualche altro computo numerico fu tentato nel Medioevo e nel Evo Moderno, calcolando la popolazione a seconda dei *fuochi* o famiglie; ma censimenti regolari si hanno soltanto da poco più di un secolo e sono propri degli Stati civili d'Europa e d'America e delle loro colonie. Per gran parte dei paesi ancora barbari e per vaste zone di territori poco conosciuti, anche se compresi in Stati moderni, (Brasile) il numero degli abitanti viene calcolato sommariamente attraverso indagini indirette, i cui risultati sono spesso contradittori.

L'uomo è veramente un animale *terricolo*, nel senso che può vivere soltanto sulla terra emersa, ma anche in questa la sua esistenza può svolgersi solamente dove si trova il minimo di condizioni di ambiente (suolo, clima, nutrimento ecc.) indispensabile alla sua vita. Legato alle sue necessità vitali, pur essendo, in complesso, molto adattabile, l'uomo occupa le varie aree (*stazioni* od *habitat*) in maniera molto diversa; in alcune, particolarmente favorevoli, tende ad addensarsi; in altre il suo numero è molto scarso, mentre da altre infine egli è praticamente escluso.

Astrazione fatta da circostanze straordinarie e temporanee (sfruttamento minerario, vie del commercio, esplorazioni ecc.), per cui l'uomo può spingersi oltre i limiti della vita vegetale ed animale, le zone abitate normalmente dall'uomo sono circoscritte da confini, che egli non può sorpassare, dovuti come sono alla natura fisiologica dell'uomo stesso, su cui influiscono sopratutto condizioni climatiche, o legati alla presenza o meno di piante ed animali di cui esso possa nutrirsi (condizioni di nutrimento).

Quella parte della terra emersa dove si trovano condizioni di vita sufficienti per la dimora permanente dell'uomo, anche se di fatto non è abitata, è detta *ecumene* (οἰκουμένη = terra abitabile), *anecumene* o inabitabile invece si chiama la parte da cui l'uomo è escluso, mentre formano il *subecumene* le parti intermedie, che presentano condizioni più o meno sfavorevoli, nelle quali l'uomo può soggiornare soltanto per qualche stagione e che sono occupate di solito, da popolazioni nomadi. L'estensione di queste zone è varia, nelle varie regioni, nel corso del tempo, col l'evoluzione dei mezzi di sfruttamento del suolo e con lo sviluppo dei mezzi di trasporto.

Come pel mondo biologico, le zone ecumeniche, subecumeniche, e anecumeniche sono separate fra loro da *limiti zonali*, così in senso orizzontale (*limiti polari*), che in quello verticale (*limiti altimetrici*); entro essi meglio si manifestano gli adattamenti e le reazioni dell'uomo all'ambiente.

L'occupazione di quasi tutte le terre abitabili da parte degli uomini è antichissima, certamente preistorica. I limiti polari delle zone abitate permanentemente dall'uomo si avvicinano assai più al Polo Nord (dove le masse del Continente Antico e Nuovo, formano una cintura attorno al M. Glaciale Artico), che non al Polo Sud. Infatti gli insediamenti stabili sulle coste della Groenlandia, si spingono oggi a 78° di latitudine N, e solo a 55° S nella Terra del Fuoco, nell'America Meridionale; mentre il gelato continente Antartide è del tutto vuoto di abitatori.

Ma anche dentro l'ecumene vi sono zone non abitate: quali il cuore dei grandi deserti, privi di oasi per estesi tratti, come il deserto Libico, in Africa, l'Arabia meridionale e il deserto dei Gobi in Asia ecc., o le regioni equatoriali coperte dall'impenetrabili foreste vergini, tali l'interno dell'ilea africana, o delle foreste dell'I. di Sumatra; oppure dove sono immense paludi ed aquitrini, come le Paludi di Rokitno fra la Polonia e la Russia, o nelle più alte zone altimetriche rocciose o gelate dei grandi sistemi montuosi, dove le dimore fisse più elevate raggiungono oggi i 4700 m. di altezza, nel Tibet occidentale.

Ogni forma di vita umana ha bisogno di un proprio determinato spazio, per l'*abitazione* o ricovero, di uno maggiore per i mezzi di *nutrimento* ed uno ancora più grande per la naturale *moltiplicazione* degli uomini. Ciò porta alla necessità di una occupazione sempre più vasta di territori o, dove questi manchino o non siano sfruttabili, ad un insediamento della popolazione sempre più denso, nelle regioni più adatte.

Grande valore in geografia ha quindi il concetto di *densità della popolazione* o di *popolazione relativa*, cioè del numero di abitanti sull'unità di area della regione considerata; ciò che si ottiene dividendo la popolazione assoluta per l'area dove essa è insediata (numero medio di abitanti per chilometro quadrato).

Ma tale valore medio di densità ha scarso significato, se preso soltanto in senso statistico, cioè di calcolo numerico, ha invece grande valore se è in rapporto geografico con le condizioni naturali ed economiche dell'ambiente; la densità di popolazione andando di solito crescendo, a secondo

Fig. 118. — Distribuzione della densità della popolazione sul Globo.

che lo sfruttamento del territorio sia possibile colla pastorizia, coll'agricoltura, coll'industria. In genere la popolazione risulta assente o scarsa nelle zone a poca o troppa pioggia (deserti continentali e foreste equatoriali) e si addensa in quella con pioggie a distribuzione stagionale che sono di solito regioni agricole (fig. 148). Di solito sono ritenute zone ad *alta densità* di popolazione quelle che superano 100 ab. per kmq. Dei 132 mil. di kmq. delle terre emerse, solo 3,5 mil. sono ad alta densità, e si trovano quasi tutti nell'Antico Continente.

Queste zone, che rappresentano circa 1/43 della superficie terrestre e sulle quali si addensa oltre un quarto della popolazione del Globo (circa 550 mil. di ab.) sono otto:

1° La parte centrale e meridionale della *Cina* e del *Giappone*; 2° le coste orientali e occidentali dell'*India* e il bacino del *Gange*; 3° l'*Europa atlantica* (Gran Bretagna, Francia di nord est, Belgio, Germania occidentale, Polonia occidentale) e una parte dell'*Itàlia* (Pianura padana, Veneto, Toscana e fascia Adriatica settentrionale), 4° L'*I. di Giava* e le minori isole vicine; 5° l'*Egitto* (il delta e la valle del Nilo fino ad Assuan), 6° Gli *Stati Uniti atlantici* di Nord-est; 7° le *Piccole Antille*; 8° l'estuario del *Rio della Plata*. Tutte queste zone, dove si raggiungono anche densità di 200 ab. p. kq., hanno grande importanza per la geografia economica, perchè sono grandi centri di produzione e di consumo.

India, Cina e Giappone sono state, fin dai tempi più remoti, zone di concentramento di umanità, per le particolari condizioni naturali favorevoli: clima cinese o monsonico, che favorisce una vegetazione erbacea e utili piante alimentari (riso e altri cereali); larga estensione di pianure o colline con larghi fiumi, che agevolano la penetrazione nell'interno (Cina e Pianura Indo-gangetica); suolo eccezionalmente fertile, come quello di natura vulcanica (Giappone e Giava).

Le zone europee di fitto popolamento, erano invece nell'antichità scarsamente popolate, perchè coperte dalla foresta boreale a latifoglie (come ce ne fanno fede il *De bello gallico* di Cesare e la *Germania* di Tacito, che dovette essere lentamente disboscata per esservi sostituite le culture di piante alimentari o industriali, ciò che avvenne molto lentamente, dall'alto Medio Evo fino al sec. XVIII. Ma quando la grande industria dell'estrazione del carbon fossile e del ferro attrasse la popolazione verso i centri minerari, qui sorsero i grandi centri dell'industria moderna (Inghilterra, Westfalia, Rühr ecc.), che crearono il forte addensamento delle popolazioni europee occidentali.

L'infittirsi tutto moderno della popolazione, negli Stati Uniti di nord-est, è dovuto al grande sviluppo industriale, legato allo sfruttamento della ricchezza del sottosuolo (carbone, ferro, petrolio) e alla presenza della « *fall-line* » (linea delle cascate). Infatti i fiumi che scendono dagli Allegani, nel superare il gradino naturale esistente fra la regione pedemontana e quella costiera, formano delle cascate, che sviluppano grandi forze idrauliche.

Anche l'Egitto rappresenta una regione di antichissimo popolamento, perchè la valle inferiore del Nilo, grazie alle acque del fiume e al limo fertilizzante che esso deposita nelle sue periodiche innondazioni, costituisce una specie di oasi fertilissima, che s'interpone fra il Deserto Libico e il Deserto Arabico. Così si dica della fascia costiera delle penisole del Mediterraneo, per la dolcezza del clima e la ricca produzione specializzata delle piante mediterranee (vite, olivo, mandorlo ecc.).

Si dicono zone di *media densità* quelle con 50-100 ab. per kmq.; esse rappresentano un'area di circa 4 mil. di kmq. e si stendono attorno alle zone ad alta densità. Esse comprendono, in Asia, parte della Cina e dell'India, al nord e al centro delle zone sovrapopolate; in Europa, la Germania, la Francia, l'Ungheria, la Svizzera, la Polonia, la Cecoslovacchia, le coste spagnole e una parte dell'Italia, e sono sopratutto zone ad agricoltura estensiva.

Vi sono poi le zone *mediocremente popolate*, con 10-50 ab. per kmq., che complessivamente raggiungono i 15 mil. di kmq.

Tali zone comprendono le regioni interne della Penisola Iberica, della Penisola Balcanica, quelle della Russia a sud del 60° parallelo, della Svezia di sud-ovest, della Norvegia meridionale, dell'Asia Minore e della Persia di nord-ovest. Altre zone assai numerose si trovano in Africa e sopratutto nell'America Meridionale (Brasile meridionale, Cile centrale, Ande) e nell'Australia di sud-est.

Sono regioni *scarsamente popolate* quelle con 1-10 ab. per kmq., ed hanno un'estensione complessiva di 15 mil. di kmq. In Europa zone di tale densità si hanno nelle valli alpine, nella Russia, a nord del 60° parallelo, nella Scandinavia settentrionale, ma molto più estese sono negli altri continenti, dove corrispondono a regioni boschive o di pascolo.

Anche sottraendo le zone anecumeniche polari (circa 15 mil. di kmq.) restano 96 mil. di kmq. di terre emerse, con *popolazione scarsa* (meno di 1 ab. per kmq.) o *assente* del tutto. Si tratta di territori con scarsissima od eccessiva piovosità (deserti continentali e foreste equatoriali).

Con l'indicazione: *capacità di popolamento* s'intende il numero degli abitanti che una regione può sopportare, traendo esclusivamente dal proprio territorio, con gli attuali metodi di sfruttamento, i prodotti necessari alla vita umana. Tale capacità, secondo i calcoli degli studiosi, supera di gran lunga l'attuale popolamento; giacchè secondo il Fischer, le terre emerse potrebbero oggi sostenere 6 miliardi e 150 mil. di individui, invece dei 2.136 mil. attuali, cioè quasi il triplo dell'odierna umanità.

Secondo i calcoli suaccennati, l'Europa invece dei 523 mil. di abitanti attuali ne potrebbe alimentare 570 mil.; l'Asia che ne ha 1.180 mil. ne potrebbe avere 1700 mil.; l'Africa ne ospita 152 mil. e ne potrebbe contenere 1650, l'America del Nord ha 180 mil. di ab. contro una capacità di 800 milioni; l'America del Sud che ha 90 mil. ne potrebbe ospitare 1200 mil., l'Australia e Oceania ne hanno 11 mil. contro 280 mil.

Indice di popolamento è il rapporto fra il numero degli abitanti attuali e la capacità produttiva di un paese, supposta eguale a 100; cosicchè se il numero degli abitanti corrisponde alla capacità produttiva, l'indice di popolamento è uguale a 100 (*popolazione satura*); se è inferiore a quello che il paese potrebbe nutrire, l'indice è minore di 100 (*popolazione scarsa*); se il numero degli abitanti supera la capacità di popolamento, l'indice è maggiore di 100 (paese *sovrapopolato*).

CAPACITÀ DI POPOLAMENTO DEI PRINCIPALI STATI

(*calcolati dal* FISCHER *per l'anno 1925*)

PRINCIPALI STATI O REGIONI	Densità possibile	Densità 1925	Indice
Italia	113	127	112
Russia	48	24	50
Francia	91	73	80
Germania	95	134	141
Spagna	54	43	80
Ungheria	103	88	85
Svezia	22	13	59
Paesi Bassi	117	214	183
Austria	48	79	165
Danimarca	93	79	85
Belgio	115	254	221
Norvegia	6	8.5	142
India britannica	82	67	82
Asia Olandese	168	34	20
Cina	57	52	91
Giappone	117	152	130
Africa settentrionale	6.7	3.6	54
» centrale	107	5.6	5
» meridionale	21	2.8	13
Stati Uniti	63	14	22
Canadà	16	9.7	61
Brasile	106	3.8	4
Argentina	54	3.5	6
Australia (con la Tasmania)	16	7.7	48
Nuova Zelanda	93	4.9	5
Nuova Guinea	127	0.9	0.7

Vi sono grandi divergenze di popolamento da un paese all'altro; il paese del Mondo meno sfruttato è la Nuova Guinea, che, nel 1925, aveva meno di 1 ab. per kmq. mentre ne potrebbe sostenere 127 (indice 0,7%), con una densità quasi pari a quella dell'Italia, mentre quest'ultima su una densità possibile di 113 ab. ne aveva 127 (indice 112%) ed era sovrapopolata; sono sovrapopolate la Germania, i Paesi Bassi, il Belgio, la Svezia, la Norvegia, il Giappone, l'India Britannica ecc.

La popolazione della Terra appare attualmente assai male distribuita, rispetto alle risorse delle varie parti delle terre emerse. Vi sono dei paesi già sovrapopolati — sono in genere i paesi industriali — ed altri non saturi, che hanno un margine per assorbire un ulteriore aumento della popolazione nelle sue attuali condizioni. Essi rappresentano gli spazi usufruibili dalla futura umanità, con spostamenti della popolazione dai paesi sovrapopolati a quelli scarsi di abitanti (*migrazioni*).

§ 145. — INCREMENTO NATURALE E MIGRAZIONI DEI POPOLI. — L'aumento della popolazione di una regione può dipendere così dall'*incremento naturale* della popolazione (differenza fra natalità e mortalità), come dalle *immigrazioni* di uomini da un altro paese.

a) L'*incremento* è stato notevolissimo sul Globo, nell'ultimo secolo, specie in Europa e in America. Al principio del sec. XIX si stimava, sia pure con grande incertezza, attorno al miliardo la popolazione della Terra, contro 2.084 mil. attuali. L'Europa, dove si hanno dati più precisi, nel 1890 contava 357 mil. di abitanti; oggi ha realizzato un aumento di 163 milioni, cioè del 46% in meno di cinquant'anni; l'America Settentrionale, alla stessa data, aveva una popolazione di 122 milioni, oggi con 178 milioni ha aumentato del 47% la sua popolazione, aumento in molta parte dovuto alle immigrazioni da altri paesi.

Nei paesi civili, la natalità va diminuendo per numerose cause sociali ed economiche anche per diminuita religiosità e moralità, ma pure la mortalità, per i progressi igienici e per i provvedimenti di difesa sociale, è in diminuzione, sebbene con un ritmo inferiore. In genere la natalità è più forte nell'Europa Orientale che in quella Occidentale. Così l'incremento naturale ogni mille abitanti, sarebbe secondo i dati più recenti (1935-36) massimo per la Russia (22,0) e per la Polonia (12,0); medio per la Spagna (10,34), per la Rumenia (9,6); per l'Italia (8,7) e per la Germania (7,2); minimo per la Gran Bretagna (2,7); nullo per la Francia (— 0,3); questo fatto ha enorme importanza sulla potenza sociale, economica e politica delle varie Nazioni.

Fuori d'Europa è il Mèssico che ha un incremento annuo del 17,3‰, il Giappone del 14,8, l'Argentina del 12,1, l'India Inglese del 11,0, l'Australia del 7,1, gli Stati Uniti del 6,0.

Fra i popoli meno civili, di cui mancano però dati precisi, sopratutto la forte mortalità, influisce sullo scarso incremento, sia per le carestie tremende, come quelle della Cina e dell'India, che si abbattono quasi periodicamente per mancati raccolti, sia per l'infanticidio ancora in uso fra alcuni popoli, come nella Cina, sia per le guerre, la schiavitù e talora il cannibalismo, nei popoli più incivili dell'Africa. Il contatto cogli europei è stato fatale per alcuni popoli inferiori, come nella Nuova Zelanda, in America e in Tasmania; in quest'ultima isola non esiste più un solo rappresentante dell'antica razza indigena.

Ma vi sono anche cause umane e storiche, che portano a distribuire diversamente la popolazione sui continenti. In particolari *zone di insediamento*, gli uomini vivono fissi al suolo e vi si addensano; in altre *zone di movimento*, la popolazione rada è in continuo spostarsi; ciò che è in parte legato all'ambiente naturale, che gli uomini sfruttano per la loro esistenza.

b) Se col moltiplicarsi degli abitanti si manifesta uno squilibrio fra la densità di popolazione e la capacità di popolamento del paese, gli uomini sono spinti a spostarsi, per necessità di vita, verso territori che presentano ancora riserve da utilizzare (*migrazioni*).

Ma non sempre le ragioni demografiche o d'ambiente geografico, o le variazioni naturali di clima e di suolo sono sufficienti a spiegare questi esodi di po-

polazioni, da una all'altra delle regioni del Globo. Vi sono popolazioni dense e in via di costante aumento, come quelle della Cina, dell'India, dell'Egitto, che sono radicate al suolo, non emigrano o assai poco; mentre altre, in [illegible] meravigliosamente provvisti, come nell'Europa occidentale, cercano tradizionalmente altrove la loro nuova vita (es.: Italia, Spagna, Inghilterra, ecc.)

Oltre le ragioni naturali, vi sono dunque ragioni tradizionali, sociali e storiche, che possono spiegare tali *esodi migratori*, come sopratutto quello recente *montano*, che oggi, per la facilità delle comunicazioni, sembra generalizzato su tutti i grandi rilievi del Globo (Alpi, Carpazi, Montagne Rocciose ecc.) e che è dovuto alla durezza della vita nell'ambiente della montagna, che si tende a cambiare con quello più facile della pianura.

Le *migrazioni* possono essere *di massa* e *d'infiltrazione*.

1) Le *migrazioni di massa* sono quelle che sradicano, più o meno rapidamente, ma definitivamente, notevoli gruppi di popolazione dai loro territori d'origine, per fissarli altrove. Queste migrazioni di masse umane,

Fig 149. — Le vie delle grandi migrazioni storiche in Europa, secondo Haddon.

fissandosi in nuovi territori e mescolandosi ad altre popolazioni, modificano notevolmente le loro caratteristiche etniche, dando origine a nuove razze e popoli.

Di questo tipo sono le grandi migrazioni storiche, dei sec. IV e VI dell'Êra volgare, che hanno modificato notevolmente la carta etnica d'Europa (fig. 149). Di solito, se il nuovo popolo è di razza di civiltà inferiore a quello già stabilitosi nella regione, questo, pur modificandosi etnicamente cogli incroci, impone la propria civiltà al sopravvenuto.

Ad esempio gli *Anglosassoni* provengono da Sassoni fusi coi Celti precedenti, nell'Arcipelago Britannico; i Germani coi Celti latinizzati della Gallia hanno dato luogo ai *Francesi* latini; Ostrogoti e Longobardi, a contatto con le popolazioni italiche romanizzate, sono state assorbite dagli *Italiani*; gli Slavi colle popolazioni precedenti, in ambienti diversi, hanno generato distinti popoli: *Serbi* e *Croati* a sud, *Polacchi* e *Cechi* a nord ecc.

Se invece queste migrazioni di masse hanno occupato territori vuoti o a scarsa popolazione, questa fu rapidamente assorbita, mantenendosi intatti i caratteri razziali del popolo invasore, come i *Magiari* del IX sec. nella Pianura Pannonica, i *Turchi* del XIII sec. nell'Asia Minore, i *Finni* sulle rive del Baltico e recentemente i *Russi* nella Siberia e i *Cinesi* nella Manciuria.

Di solito l'emigrazione di massa è definitiva e permanente, e per il paese di partenza costituisce una grave perdita di potenza demografica, di ricchezza e di forza nazionale; mentre per il paese di arrivo rappresenta un capitale umano, che accresce lo sfruttamento del territorio, ma anche minaccia l'unità del popolo che lo riceve. Di qui l'ostilità, per es. dei popoli anglosassoni (Stati Uniti, Canadà, Australia ecc.), a ricevere migrazioni di popoli di diversa razza; da questo deriva la politica demografica dell'Italia fascista, che oltre ostacolare l'emigrazione permanente, attua facilitazioni al rimpatrio degli emigrati.

In origine le migrazioni storiche dei popoli avvenivano prevalentemente per via di terra, susseguendosi le une alle altre sulle stesse piste, convergenti alle stesse regioni. Così, nell'Europa settentrionale, popoli agricoli (Franchi, Longobardi ecc.), dall'Oriente continentale all'Occidente marittimo, seguirono le vie naturali delle terre granarie del Baltico, dell'Altipiano Svevo-Bavarese, della Pianura Padana; nelle Regioni Mediterranee, popoli pastorali dalle steppe asiatiche si portarono verso le regioni calcaree e subtropicali della Penisola Balcanica, dell'Africa Settentrionale, della Penisola Iberica (Slavi, Arabi, Turchi ecc.). Tali migrazioni continentali, come quelle delle invasioni barbariche, sospingevano le precedenti più antiche popolazioni ad accentrarsi su ristretti, estremi territori, dove ancora sussistono isolate (es.: Celti in Irlanda, Scozia, Galles, Bretagna, Baschi sui Pirenei, ecc.).

Dopo la conquista degli oceani, dei sec. XVI e XVII, le migrazioni avvengono sopratutto per via di mare, divergenti su ampie coste marittime di estesi territori. Così piccole masse umane vanno sparpagliandosi su spazi enormi, dove vivono disperse; come le migrazioni anglosassoni e latine sulle coste atlantiche dell'America e quelle recenti asiatiche sul perimetro dell'Oceano Pacifico.

Nelle terre vergini gli emigrati che arrivano in massa colle loro famiglie, quale l'odierna (1938) colonizzazione italiana e agricola della Libia, pur essendo di comune origine — come gli Anglosassoni nell'Australia, negli Stati Uniti, nel Canadà, gli Irlandesi nell'America del Nord, Italiani e slavi in quella del Nord e del Sud — a contatto con il nuovo ambiente vanno formando una nuova mentalità e civiltà, che caratterizza un popolo nuovo. Ciò ancor più avviene se i provenienti da terre diverse e di razze diverse, si sono incrociati e fusi, con comune lingua in un comune territorio; quali Portoghesi, Tedeschi, Italiani in Brasile; Spagnoli, Italiani, Tedeschi in Argentina, e via di seguito.

2) Le *migrazioni d'infiltrazione* sono quelle che avvengono in piccolo numero d'individui, rispetto alla popolazione che le assorbe. Talora sono migrazioni militari, come quelle germaniche, che per quattro secoli s'infiltrano entro i confini dell'Impero Romano e, durante il Medioevo, entro la nostra Penisola, talora sono migrazioni pacifiche delle masse migranti odierne, per necessità di lavoro. Esse non cambiano che molto lentamente il carattere della popolazione, spesso anzi vengono assimilate dalla popolazione preesistente.

Oggigiorno, il movimento migratorio operaio ha spostato dall'Antico al Nuovo Continente parecchi milioni di individui ed è determinato da tre cause principali:

1) dall'enorme aumento della popolazione avvenuto in Europa nel sec. XIX

2) dalla richiesta di mano d'opera da parte di varie regioni, specialmente americane, che in questo frattempo iniziarono il loro sviluppo agricolo ed industriale.

3) infine dalla facilità offerta, dai mezzi moderni di comunicazione (ferrovie o navigazione), di effettuare con poca spesa lunghi viaggi.

Questa emigrazione può essere *esterna*, diretta verso altri paesi, o *interna*, da regioni sovrapopolate verso altre dello stesso paese, che hanno possibilità di offrire nuovi mezzi di vita a nuova popolazione e porta ad un equilibrio della popolazione, senza sottrarre forze vitali. Così in Italia l'insediamento di popolazioni montane o settentrionali nelle nuove terre di bonifica nella Maremma Toscana, nelle Paludi Pontine, nella Campagna Romana, in Sardegna ecc.

Ma oltre a questa migrazione agricola — come di solito è quella esterna, la quale salvo casi di regioni minerarie, tende a diluirsi e disperdersi su vasti territori — quella *interna* è spesso industriale e tende quindi a concentrare in pochi centri, enormi masse di uomini (*urbanesimo*). Ciò porta ad una rottura d'equilibrio fra la popolazione produttiva agricola della regione e quella consumatrice cittadina e dà luogo a diversi problemi sociali, economici, morali e politici (in Inghilterra la popolazione rurale rappresenta appena il 9% del totale, in Germania il 22%, in Francia il 33%; in Italia il 48%, in Russia il 79%, in Jugoslavia l'80%).

Gran parte dell'emigrazione d'infiltrazione, al contrario di quella di massa, è temporanea e non dà luogo a perdita demografica per il paese di partenza degli emigranti, ma rappresenta anzi un vero guadagno, in quanto i lavoratori portano in patria una parte delle ricchezze prodotte al di fuori e da essi risparmiate.

Il maggiore focolaio d'emigrazione è l'Europa. Negli ultimi 100 anni, specialmente inglesi, tedeschi, italiani, slavi e spagnoli, hanno fornito masse imponenti di emigranti.

Dal 1815 al 1820, si calcola siano usciti dall'Arcipelago Britannico 17 mil. di individui; a quasi 20 mil. si calcolano i tedeschi fuori della Madrepatria. Anche enormi masse slave emigrarono nel Nuovo Continente (negli Stati Uniti 3.5 mil.), senza contare anche i negri, gli indiani, i cinesi, i giapponesi. L'emigrazione permanente italiana, sopratutto transoceanica, cominciò a manifestarsi attorno al

1875 e culminò fra il 1900 e il 1913, con una media di oltre 300.000 individui all'anno (nel 1913 emigrarono 872.000 persone, un quarantesimo cioè della popolazione totale italiana d'allora). Si calcola che nel cinquantennio 18[illegible]-192[illegible] circa 17 mil. di persone abbiano abbandonato l'Italia.

I paesi caratterizzati da forte emigrazione, come l'Italia e la Germania, hanno tentato di frenare e regolare le ingenti perdite demografiche dell'emigrazione, formata sopratutto da lavoratori, che si trovano nell'età di maggiore capacità produttiva, trattenendo e richiamando in Patria il prezioso patrimonio di energie produttrici, che andava ad arricchire altri paesi.

I maggiori centri di immigrazione sono, in America gli Stati Uniti, che negli ultimi 100 anni hanno veduto arrivare circa 35 mil. di immigrati, l'Argentina che ne accoglie 6 mil., il Brasile con [illegible] mil., ecc. Altri centri extraeuropei di notevole immigrazione sono l'Algeria, la Tunisia (con 110.000 italiani), l'Egitto, il Sud-Africa, l'Australia e la Nuova Zelanda.

Cap. XXVII.

FORME DI VITA UMANA IN RELAZIONE ALL'AMBIENTE BIOLOGICO

§ 146. — Attività umana nell'ambiente geografico. — I diversi gruppi umani si distinguono fra loro non solo per i caratteri di razza e di civiltà, per il loro numero e distribuzione spaziale, ma anche per le diverse forme di attività da loro svolte, in confronto dell'ambiente naturale nel quale si trovano; per il modo cioè con cui essi cercano di provvedere al soddisfacimento delle necessità d'ordine materiale, traendo dalla regione in cui vivono, i prodotti indispensabili all'esistenza. Queste varie attività danno luogo a particolari *modi di vita*, diversi da zona a zona, da regione a regione, e di essi quindi si può studiare la localizzazione sulla superficie del Globo.

Infatti se le attività e i modi di vita dei singoli gruppi possono variare a seconda del grado di civiltà o di sviluppo tecnico da essi raggiunto, tuttavia attività e modi di vita sono sempre legati alle condizioni naturali delle regioni dove l'uomo è insediato, perchè egli può bensì modificare e sfruttare con la sua intelligenza e il suo lavoro le condizioni naturali, ma non può mai da esse emanciparsi completamente.

Per procurarsi quanto è necessario alla propria esistenza, l'uomo può sfruttare in particolare le risorse del mondo animale e vegetale, oppure le risorse naturali del mondo fisico. Ne derivano due distinti *modi di vita*, che presentano proprie e diverse manifestazioni spaziali di attività economica.

Nelle zone di *sfruttamento del mondo biologico*, vegetale ed animale, le attività degli uomini, che sono rivolte quasi esclusivamente a procacciarsi il nutrimento, sono particolarmente localizzate in rapporto alla distribuzione di piante ed animali utili, a lor volta legati sopratutto a determinate condizioni climatiche.

Nelle zone di *sfruttamento del mondo fisico*, gli uomini, per fabbricarsi dimore o strumenti di lavoro e per procurarsi altri prodotti neces-

sari ad una più complessa ed evoluta vita umana, attendono in prevalenza allo sfruttamento delle risorse minerarie, la cui distribuzione è legata alle condizioni geologiche del suolo e del sottosuolo. Oppure allo scopo di ottenere la energia necessaria a trasformare le materie spontanee (*materie prime*) in prodotti utilizzabili (*prodotti industriali*) e per facilitare i trasporti e le comunicazioni da una località ad un'altra, gli uomini mirano a sfruttare le forze naturali (sopratutto dell'aria, dell'acqua e dei combustibili fossili); forze che dipendono a lor volta dai fattori climatici e dalla morfologia della superficie terrestre.

Nello *sfruttamento del mondo biologico* gli uomini, come si è detto, si comportano in maniera diversa a seconda del grado di civiltà da essi raggiunto e quindi la loro attività presenta diversi tipi di economia.

Gli uomini possono cioè limitarsi a consumare le risorse e i prodotti dell'ambiente naturale in cui vivono, senza preoccuparsi di ricostruire o sostituire ciò che hanno utilizzato. Avremo in tal caso una *economia distruttiva* o *passiva*, che dipende strettamente dalle condizioni naturali dell'ambiente e che presenta tipi diversi (raccolta dei frutti spontanei, caccia, pesca ecc.).

Tale economia distruttiva è prevalente fra gli uomini delle razze di civiltà meno progredita, che attualmente vivono soltanto nelle zone dei climi estremi (paesi equatoriali e terre circumpolari).

In molti altri casi invece, gli uomini non si accontentano di consumare i prodotti spontanei, ma con uno sforzo di lavoro e mediante una reintegrazione di risorse e di energie (coltivazioni, irrigazioni, selezione di sementi, miglioramento di razze animali ecc.), che talora compensano e superano quanto fu tolto alla natura, si assicurano la continuità della produzione ed acquistano una maggiore massa di risorse. Potremo parlare allora di *economia produttiva* od *attiva*, che è propria delle razze e dei popoli più civili, che vivono in prevalenza nelle zone di clima temperato. Le forme della economia attiva dipendono in massimo grado dalla intelligenza e dalla volontà umana, che possono, entro certi limiti, modificare o superare le condizioni naturali dell'ambiente con l'acclimatazione e l'impiego dei mezzi tecnici, senza però capovolgere l'ambiente geografico (fig. 150).

Il quadro di tale attività umana sul Globo, in rapporto all'ambiente geografico, può così riassumersi:

Ma l'uomo non solo sfrutta l'ambiente geografico con una economia distruttiva o produttiva, ma anche reagisce su di esso modificandolo.

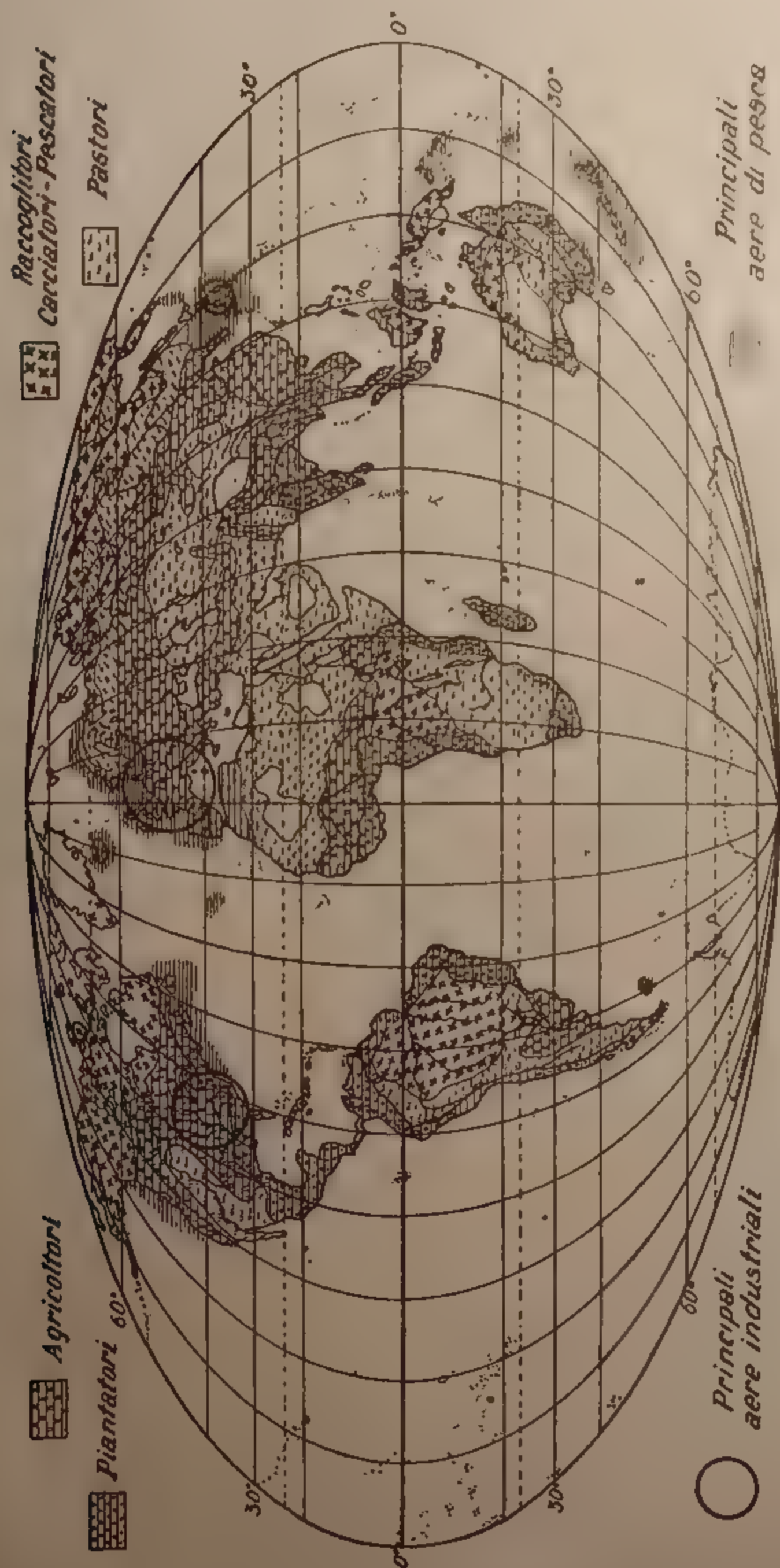



Fig. 150. — Distribuzione delle principali forme di attività umana sul (Gl. L.)

in certa misura, a suo vantaggio, il che avviene specialmente nelle regioni a più antica civiltà e da parte di popolazioni più tecnicamente progredite, le quali possono giungere a modificare profondamente il primitivo paesaggio naturale.

Le trasformazioni maggiori e più antiche arrecate dall'uomo alla superficie terrestre riguardano, in primo luogo, le acque continentali e il loro regime. Fin dalle epoche preistoriche o protostoriche il problema delle acque è stato oggetto di grandi lavori compiuti dagli uomini allo scopo di regolare l'andamento dei corsi d'acqua, per imbrigliarne la violenza erosiva nelle regioni montuose, per incanalarli e deviarli nelle zone di pianura, onde impedirne le divagazioni e le innondazioni e per prosciugare le zone depresse ed allagate. Tutti i focolai di più antica civiltà (Cina, Egitto, Mesopotamia, India) portano traccie di queste opere millenarie (*civiltà potamogene*), che poi trascurate o interrotte per secoli, sono state, in tempi recenti, riprese dovunque, con i potenti mezzi tecnici moderni, e costituiscono la base di ogni opera di *bonifica* della superficie terrestre, per renderla adatta allo sfruttamento e all'insediamento umano.

Ancora fra il XV e il XII sec. a. C. in Cina, furono compiuti grandi lavori di arginatura e canalizzazione dei fiumi Wei e Feu e più a sud nelle valli del Hwai e dell'Hau, affluenti di sinistra del Yang-tze-kiang. Nel sec. III a. C. cominciarono i primi grandi lavori di canalizzazione fra i due sistemi fluviali del Sing.-gan-fu (Chensì) e de Lo-yang (Ho-nan) e di prosciugamento, arginatura ed irrigazione dell'immensa comune zona deltizia di questi grandi fiumi, dove i corsi d'acqua cambiavano continuamente di letto.

In Egitto, la necessità di distribuire le feconde innondazioni periodiche del Nilo sulle terre adiacenti al grande alveo e di facilitarne il rapido smaltimento, creò, ancora nel terzo millennio a. C., una organizzazione collettiva per la regolarizzazione di questo enorme sistema fluviale, che fu base della millenaria civiltà egiziana.

Nella Mesopotamia, fino da 4-3000 anni a. C., si hanno notizie di lavori idraulici nella zona deltizia del Tigri e dell'Eufrate, e nella Caldea la costruzione di canali irrigatori, attorno al 2000 a. C., permise lo splendore economico di Babilonia.

Nel Mediterraneo, le popolazioni fenicie, che nel 3000 a. C. avevano occupato i margini marittimi dell'Asia Minore, regolarono il corso deltizio del Meandro; mentre in Italia, nella bassa valle del Po, popolazioni preistoriche palafitticole anteriori a quelle etrusche, costrinsero entro argini artificiali gli alvei divaganti del nostro massimo fiume e dei suoi affluenti fino alla foce, dove venne limitato il preistorico golfo della *Padusa* e prosciugati, per l'insediamento umano, i fertili terreni della bassa Pianura padana.

Nell'Italia Centrale gli Etruschi bonificarono la Maremma, i Volsci le Paludi Pontine, i Romani la Valle Reatina, la Val di Chiana, la Val di Fucino; nell Italia meridionale le colonie greche risanarono il litorale del G. di Taranto. Nel periodo della decandenza dell'Impero Romano e più ancora dopo le invasioni barbariche, tali opere di risanamento furono abbandonate e tornarono a regnare i disordini idraulici; finchè gli ordini religiosi, quali i Benedettini e i Cistercensi, ripresero le opere di bonifica, specie nella Pianura padana. Venezia poi vigilò sull'impaludamento della laguna, deviando Piave, Brenta ed Adige; la Bonifica Estense del Ferrarese risale al 1564, e fu poi ripresa ed ultimata nel sec. XIX e al principio del XX sec. Nel resto d'Italia, la Val di Chiana, le Paludi Pontine, i Regi Lagni

furono più volte risanati a cominciare ancora dal sec. XV. Tali lavori idraulici, intensificatisi con gli attuali mezzi tecnici, portarono profonde modificazioni al paesaggio anche fisico di tutta Europa: paludi e zone lacustri furono prosciugate sia col drenaggio naturale, reso possibile dalla costruzione di argini e di canali di scolo, sia col sistema delle *colmate*, detto *italiano*, facendo depositare in particolari zone depresse, le torbide dei fiumi, come in Romagna e nella Maremma.

Più moderno è il sistema del prosciugamento ad *idrovore*, che solleva le acque dalle depressioni inferiori al livello del mare, per riversarle in canali pensili fino al mare.

Altrove, nelle regioni litorali, l'uomo fissò le dune mobili con piantagioni speciali, come sulle coste francesi del Golfo di Guascogna, in Olanda le invasioni

Fig. 151. — I polders dello Zuider-Zee, in Olanda.

del mare, su spiagge ad alte maree, furono arrestate costruendo giganteschi argini e canali a chiuse, riconquistando enormi estensioni alle colture (*polders*) (fig. 151).

Oggigiorno le principali zone bonificate sono nelle regioni pianeggianti dell'Europa occidentale: in Italia, dove si è ridato vita a zone già infestate dalla malaria, come nelle grandiose bonifiche delle Paludi Pontine compiute dal Governo Fascista; in Olanda, dove si sono trasformate intere regioni, già invase dai fiumi, ed oggi è compiuta la grandiosa opera di sbarramento del Zuider-Zee dal mare, riconquistando un territorio di 226.000 ett.; in Germania, dove si sono ricuperate all'agricoltura le lande palustri del nord; in Polonia dove si sono iniziati i lavori di scolo nelle estese Paludi di Pinsk ecc. Enormi possibilità vi sono ancora per le bonifiche nell'Asia meridionale, nell'Africa centrale e nel Sud America.

Anche le zone aride furono trasformate coll'*irrigazione*: una serie di canali e bacini furono scavati, per condurre dai fiumi le acque su terre asciutte; quali i

giganteschi lavori di sbarramento del Nilo (fig. 152), [illegible] e della nostra alta Pianura padana. [illegible] tutte le pianure alluvionali, talora spingendosi [illegible] per ottenere acqua saliente (*pozzi artesiani*) anche in zone subdesertiche [illegible] e in Algeria, che oggi [illegible] numerosa popolazione agricola.

Fig. 152. — L'Egitto irrigato ed abitato.

L'irrigazione è estesissima nelle zone temperate calde. Preistorica è quella della Cina, lungo lo Jang-tze, del Giappone, dell'India, del Turchestan, della Persia, dell'Asia Minore; in Mesopotamia si vanno riattando gli antichi canali del Tigri e dell'Eufrate. In Africa, antichissima è l'irrigazione della valle e del delta del Nilo; di recente si va riprendendo l'irrigazione nella Libia, nella Tunisia ed Algeria, già sviluppata dai Romani ed oggi ottenuta con profondi pozzi artesiani. In America sono imponenti le opere di nuove irrigazioni nell'Ovest degli Stati Uniti e lungo il Rio della Plata ecc.

Fig. 153. — Irrigazione nella Pianura indo-gangetica.

L'odierna utilizzazione del suolo da parte dell'uomo, in milioni di kmq., sulla superficie terrestre si può così riassumere:

Continenti	Terre coltivate	Steppe e deserti	Foreste e boschi	Terre improdutt.	Totale
Europa	4,4	0,6	3,0	2,0	10
Asia	9,0	9,0	13,0	13,0	44
Africa	5,3	9,8	9,7	5,2	30
Nord America	3,5	4,0	9,0	7,5	24
Sud America	3,8	4,2	8,0	2,0	18
Oceania	1,0	3,4	1,3	3,3	9
Antartide	—	—	—	14,0	14
Totale	27,0	31,0	44,0	47,0	149,0

§ 147. — MODI DI VITA NELL'ECONOMIA DISTRUTTIVA DEL MONDO BIOLOGICO. — Per *economia distruttiva* s'intende qualunque forma di sfruttamento dell'ambiente vegetale od animale, cui non corrisponde una azione di metodica ricostruzione o sostituzione delle risorse spontanee vegetali od animali consumate dall'uomo per soddisfare le sue necessità.

Lo sfruttamento passivo delle risorse biologiche di una regione assume, di solito, una delle seguenti forme: *raccolta spontanea, deforestazione*, ***caccia, pesca, pastorizia nomade*** o ***primitiva***.

Fra le varie forme dell'economia distruttiva, alcune di quelle usate da popolazioni primitive scarse di numero, hanno qualche cosa di normale e di metodico: il selvaggio dell'ilea africana, che usufruisce della produzione spontanea della grande foresta vergine soltanto per le proprie necessità immediate, non la degrada che in scarsa misura. Da parte delle popolazioni civili invece tale forma di economia — che rappresenta oggi la prima maniera di sfruttamento dei paesi di nuova colonizzazione — e specialmente nelle zone tropicali, è praticata spesso con intensità smodata, tale da diventare una vera rapina delle ricchezze e dei prodotti del suolo (*Raubwirtschaft*). La regione così sfruttata rimane impoverita ed esaurita per secoli; così con il disboscamento irrazionale si distruggono le foreste, senza che sia possibile ricostituirle; così la caccia intensiva ha portato alla scomparsa totale di alcune specie animali ecc.

A) *La raccolta dei prodotti vegetali spontanei*. — È questo il mezzo ordinario di cui si servono, per procurarsi il cibo, gli indigeni delle grandi foreste equatoriali, abitate da sparuti gruppi di pigmei o di altre razze relitte, quali si trovano nelle regioni del Congo, e nelle parti interne delle Isole della Sonda e nell'Amazzonia (Negrilli, Negritos, Mincopi ecc.).

Per la continua ed alternata produzione di frutta e di semi fra i vari alberi della foresta vergine, a causa della mancanza di nette stagioni nelle zone equatoriali, gli indigeni vivono raccogliendo, giorno per giorno, i prodotti spontanei della vegetazione tropicale, fra i quali la manioca, l'ignome, la banana, l'udoi (*Trvingia gabobonensis*) ecc.. Talora però vengono abbattuti gli alberi produttori, per facilitare la raccolta; oppure si scavano dal suolo bulbi, radici, erbe commestibili, come fanno i selvaggi delle zone predesertiche del Calahari (Boschimani) o quelli dell'interno dell'Australia.

Questa attività è esplicata, di solito, dalle donne e dai fanciulli della tribù, mentre gli uomini si dedicano alla caccia e alla pesca, e i prodotti raccolti si consumano, volta per volta, in pochi giorni, perchè non v'è necessità di conservarli in riserve e depositi.

Si tratta di popolazioni assai scarse, che vivono allo stato di natura, con famiglie monogamiche isolate, nelle quali l'uomo è il capo assoluto; queste popolazioni a cui non necessita nè il lavoro, nè l'associazione degli sforzi, nè l'astuzia dell'ingegno per procurarsi il nutrimento, rappresentano il grado più infimo di civiltà (*civilizzazione primitiva*), simile a quella dell'uomo neolitico.

Le manifestazioni spaziali di questa forma di economia distruttiva, si riducono alla esistenza di radure entro la grande foresta equatoriale, attorno ai pochi e radi villaggi degli indigeni. Questi, come è il caso dei Fang della foresta congolese, una volta esaurita, con la devastazione, la produzione spontanea, si spostano

in massa, in altre zone ancora vergini, con uno speciale tipo di migrazione collettiva.

Anche fra le popolazioni agricole e civili non è rara la raccolta di erbe nutritive e medicinali spontanee, praticata di solito da donne e fanciulli, e che costituisce la fonte di un particolare limitato commercio.

B) *La deforestazione.* — Già in epoche preistoriche, la necessità per le popolazioni extratropicali, di estendere le aree atte al pascolo o all'agricoltura, nonchè di avere il materiale per le costruzioni di ricoveri e difese, aveva indotto a sfruttare largamente le ricchezze boschive aprendo grandi radure, sopratutto nella foresta boreale. Le stesse antiche popolazioni mediterranee, allo scopo di procurarsi il legname necessario alla costruzione di dimore o di imbarcazioni primitive e alla rudimentale metallurgia, avevano largamente distrutto le originarie foreste di cedri, di quercie, di lecci, di olivastri, le quali, residui del clima più umido del Pleistocene, coprivano largamente i rilievi delle penisole mediterranee, dove ora cresce soltanto il bosco ceduo e la macchia, perchè le foreste non sono facilmente nè artificialmente ricostituibili. Le pendici montuose, dilavate del fertile humus, sono rimaste nude, mentre le valli si sono colmate di alluvioni, e le zone costiere furono impaludate e rese malariche.

Fig. 154 — Insediamento umano nella foresta dell'Altipiano bavarese.

Nella Pianura padana e nell'Europa occidentale e centrale, le grandi foreste boreali descritte da Cesare e da Tacito, che coprivano il suolo di gran parte della Gallia e della Germania, con l'accrescersi della popolazione e con i progressi della civiltà, furono, sopratutto dopo il 1000, lentamente disboscate, cominciando attorno ai centri abitati e allargando poco per volta le radure, fino a lasciare oggi traccia della foresta originaria soltanto in pochi boschi residui (fig. 154).

Anche la *brussa* a palme nane (*Chamerops humilis*) del Sudan e del Madagascar, rappresenterebbe una associazione vegetale residua seminaturale, dovuta ad una vera devastazione forestale compiuta dalle popolazioni agricole delle savane entro l'orlo della foresta a galleria, per estendere e fecondare con l'incendio, le aree atte al pascolo o alle colture.

Anche nel dominio della foresta tropicale, il commercio europeo, venuto a contatto con gli indigeni, ha spinto questi ultimi, già predisposti alla devastazione, ad una nuova attività distruttiva, per sfruttare le ricchezze vegetali della regione stessa.

Nella seconda metà del sec. XIX, le scarsissime popolazioni indigene e i lavoratori «cearensi» appositamente ingaggiati, vennero impiegati nelle *selve* brasiliane, per la ricerca e la raccolta del lattice dell'*Hevea brasiliensis* (caucciù), ciò che veniva eseguito, non con incisioni periodiche e regolari sulla corteccia bensì con l'eccessivo sfruttamento di questi alberi da gomma e il loro abbattimento, che finì coll'esaurire o quasi la produzione brasiliana del caucciù.

Lo stesso fu fatto dagli indigeni della foresta congolese, che distrussero le liane e gli alberi da gomma (*Landolfia* e *Funtumia*), i cui esemplari sono oggi divenuti rari.

Anche i legni preziosi delle foreste tropicali, la palma *deleb*, l'albero del *teck*, quello dell'*ebano* ecc., che non erano apprezzati dagli indigeni, vengono oggi largamente abbattuti, e portati a spalla d'uomo a grandi distanze, per venderli ai bianchi.

Nell'età moderna, la colonizzazione delle regioni temperate dei nuovi continenti è avvenuta in gran parte a scapito della millenaria foresta boreale; le annose conifere furono abbattute per preparare nuove terre all'agricoltura, e più recentemente per ottenere legname da costruzione e per produrre pasta di legno per cellulosa. Tale deforestazione, facilitata dai potenti e rapidi mezzi tecnici odierni di lavoro e di trasporto, è avvenuta con sorprendente rapidità, in pochi decenni, e non già attraverso lunghi secoli, come era avvenuto nelle terre di antica civiltà; ma in compenso talora fu eseguita con un piano organico, seguendo direzioni preordinate, specialmente là dove vennero costruite vie carrozzabili e ferroviarie, come nel settentrione degli Stati Uniti d'America.

In certi periodi storici, la necessità di guerre o certe trasformazioni economiche della proprietà hanno portato, anche nei paesi civili, ad un disboscamento devastatore, che intaccò profondamente l'economia di certe regioni. Durante l'ultima Guerra mondiale, in molte zone della Polonia, delle Alpi, degli Appennini, dei Carpazi, la devastazione boschiva non fu solo riflesso delle operazioni belliche, ma anche dell'urgente necessità di combustibile, in sostituzione di quello fossile, che più non proveniva dal di fuori. Il frazionamento di vaste proprietà collettive, come i boschi demaniali o feudali, in piccoli appezzamenti di proprietà privata, durante la prima metà del sec. XIX, in molte parti d'Europa ebbe come prima conseguenza una rapida e completa distruzione del patrimonio forestale, per realizzare il valore del legname.

C) *La caccia.* — È questa una delle più antiche forme di economia distruttiva del regno animale, i cui ricordi si perdono nella notte dei secoli. Gli speciali strumenti litici e le ossa del cane, compagno dell'uomo paleolitico, le più antiche figurazioni caldee ed egizie, quelle stesse rupestri di certe zone del Sudan africano, ci mostrano sempre l'uomo dedito alla caccia, sia per liberare il proprio territorio dalle fiere, sia per arricchire di prodotti azotati i propri pasti, con le carni degli animali commestibili.

Anche oggi le popolazioni primitive, siano esse raccoglitrici od agricole, si dedicano alla caccia, riservata agli uomini, come avviene fra i Sudanesi e i Bantù africani, i Pelli rosse americani e gli indiani della Patagonia. Di solito i cacciatori sono anche guerrieri, che combattono per difesa contro le tribù nemiche, ma spesso organizzano spedizioni per razziare il bestiame delle vicine popolazioni pastorali nomadi, o delle tribù agricole sedentarie.

Caccia e guerra erano del resto a quanto scrissero Cesare e Tacito, le occupazioni prevalenti degli antichi Germani, che sdegnavano il lavoro dei campi lasciato agli schiavi e alle donne. Anche adesso, mentre le donne delle tribù Fang del basso Oguè, sono dedite alla raccolta di erbe, radici e frutta della foresta, i loro uomini, con archi e freccie avvelenate, vanno a caccia di scimmie, di roditori, di rettili, talora spingendosi fino alla savana per cacciarvi antilopi e gazzelle, a cui preparano fosse e trabocchetti presso i luoghi di abbeverata. Il bottino di caccia non si conserva a lungo, ma è consumato volta a volta, con pasti pantagruelici, a cui seguono prolungati digiuni se la cacciagione viene a mancare.
Quando l'eccessiva distruzione ha diradato la selvaggina, i Fang organizzano battute più vaste, in altre zone della foresta, in cui emigrano con tutta la tribù. Di queste migrazioni rimangono tracce nei sentieri che essi soli conoscono e nei focolai spenti dei loro transitori accampamenti.

Le popolazioni delle regioni artiche, quali le eschimesi, che vivono nelle regioni gelate dell'alto Canadà e della Siberia settentrionale, dove manca la vegetazione, sono esclusivamente carnivori. Essi danno la caccia ai mammiferi marini (foche, trichechi ecc.) o agli animali da carne e da pelliccia (orsi bianchi, volpi azzurre ecc.) per procurarsi le carni delle quali si nutrono, il grasso con cui si riscaldano e si ungono la pelle, quale strato coibente contro i rigori del clima, e le pelli di cui si vestono.

Fra le popolazioni civili delle zone temperate, la caccia è rimasta soltanto una forma sporadica di attività individuale, con limitata importanza economica. Tuttavia in molte zone d'Europa, buona parte della fauna locale (orso nero, lupo, cinghiale, cervo ecc.), è rimasta distrutta o quasi dal secolare disordinato esercizio della caccia. Per questo si sono dovuti stabilire periodi annui di rispetto e zone di difesa (*riserve, bandite*), onde rendere possibile la riproduzione della fauna stessa.

Invece *battute* di vasto stile, a scopo commerciale, sono anche attualmente organizzate da parte dei bianchi, nelle regioni a climi estremi, sia nelle zone tropicali, dove si pratica la caccia grossa alle fiere, sia nelle terre polari o di alta montagna, dove si cacciano gli animali da pelliccia (ermellini, lontre, castori, martore, volpi bianche ecc.), che rappresentano un ragguardevole valore economico. Anche questa forma di caccia, per il continuo aumento di richiesta delle pellicce pregiate, minacciava di completa estinzione la fauna selvatica; per questo, in tempi recenti, si è estesa la costituzione di riserve d'allevamento (Mar di Bering, Is. Pribilov, Canadà, Nuova Zelanda, paesi Scandinavi), cosicchè l'incetta degli

animali da pelliccia, da una forma di economia distruttiva si avvia a divenire una forma di economia conservativa.

D) *La pesca.* — Anche questa è una delle primordiali attività umane, volta ad ottenere un nutrimento azotato dalla fauna delle acque fluviali, lacustri o marine, presso le quali, anche per questa ragione, si sono avuti i primi insediamenti umani.

Si sviluppò per prima la pesca fluviale, lacustre o lagunare, come è dimostrato dai resti delle popolazioni palafitticole del Neolitico, attorno ai laghi pedemontani delle Alpi (L. Maggiore, L. di Garda, L. di Neuchatel, L. di Zurigo, L. di Hallstadt ecc.). Anche oggi lungo i fiumi pescosi tropicali, come il Mecong nell'Indocina, il F. Azzurro nella Cina Meridionale, lungo i fiumi delle Isole di Borneo e Sumatra, sulle rive del Rio delle Amazzoni e dei suoi affluenti, le popolazioni rivierasche, anch'esse palafitticole, vivono essenzialmente dei prodotti della pesca, che rappresenta la loro maggiore attività.

Anche le scarse popolazioni boreali vivono attorno ai fiumi e ai laghi scandinavi e russi, o sulle rive dei fiumi siberiani e canadesi, e in mancanza di prodotti vegetali, sfruttano quasi esclusivamente la ricca fauna ittica delle acque gelate dei loro fiumi.

Oggigiorno, nelle acque dolci di alcuni paesi, la pesca è esercitata così attivamente, che minaccia la distruzione delle specie, per cui si cerca di porvi riparo mediante l'*aquicoltura*. si pratica cioè l'allevamento, in vasche e vivai, di *avannotti*, che poi si immettono, a milioni, nei fiumi e nei laghi per ripopolarne le acque, pratica questa antichissima in alcuni paesi (Cina) e che si esercita, p. es. in Italia, nei nostri laghi subalpini, nelle Valli di Comacchio ecc.

Lo sfruttamento della fauna marina è assai più distruttivo, che non lo sfruttamento del mondo animale terrestre; la pesca vera e propria, essendo una forma di economia distruttrice, per cui alcune specie vennero a mancare, ad onta della loro grande prolificità.

Le popolazioni insediate lungo le coste marine, si volsero dapprima alla *pesca litoranea*, più ricca di quella delle acque interne, iniziando la raccolta di frutti di mare (lamellibranchi, crostacei ecc.), lungo la fascia litorale specialmente delle coste ad alte maree, e poi quella delle specie neritiche della piattaforma litorale.

Lungo le coste europee dell'Atlantico e del Mare del Nord, si trovano abbondanti cumoli di gusci, conchiglie e scheletri di pesci (*Kjokkenmoddings*), residui dell'alimentazione di popolazioni neolitiche rivierasche, ed oggi ancora di tali raccolte vivono quotidianamente gli indii delle coste ad alte maree della Patagonia.

Un tipo speciale di questa pesca, che è sopratutto raccolta spontanea dei prodotti viventi del mare, è quella del *corallo*, nei mari caldi del basso Mediterraneo, e del M. Rosso, delle *spugne*, nell'Egeo e nella Libia, quella della *tartaruga* marina nell'Oceano Indiano, dell'*ostrica perlifera* (*Meleagrina margaritifera*), nelle acque tropicali di Ceylon, del G. Persico, del M. Rosso, dell'Oceano Indiano ecc.

Le popolazioni dedite particolarmente alla *pesca costiera* sono insediate di solito sulle coste basse sabbiose, la cui estesa piattaforma conti-

nentale favorisce lo sviluppo e l'addensarsi della fauna ittica, mentre le popolazioni delle coste alte rocciose ad acque profonde, sono dedite piuttosto alla vita marinara.

Essenzialmente pescherecce, p. es., sono le popolazioni del litorale adriatico sabbioso della Penisola italiana (chioggiotti, marchigiani, baresi) al contrario dei dalmati marinari dell'opposta sponda alta rocciosa, o dei liguri e napoletani. Su tutto il Mediterraneo la pesca primitiva si è svolta sopratutto nelle lagune e stagni costieri, dando luogo ad una notevole attività peschereccia, causa prima dell'addensarsi della popolazione e della fondazione di antichi centri urbani (Aquileia, Taranto, Alessandria d'Egitto ecc.).

Nei mari interni del Giappone, sulle coste atlantiche dell'Europa, nel Mediterraneo orientale, nelle Is. della Sonda, la pesca delle acque costiere fornisce l'alimento principale od esclusivo di gran parte delle popolazioni rivierasche, che in generale non si allontanano molto dai luoghi di partenza e vi ritornano ogni giorno. Talora però, come per le popolazioni malesi, le imbarcazioni servono anche da dimora e la pesca è l'unica risorsa.

Collegata al progredire di mezzi tecnici di navigazione e di pesca, verificatosi a partire dai sec. XVI e XVII, è la *pesca di alto mare*, che è divenuta una vera attività marinara, per lo sfruttamento della ricca fauna pelagica che vive negli oceani, fin verso gli 800 m. di profondità. Intere popolazioni sono dedite attualmente a questa pesca, in zone marine particolarmente pescose, anche molto lontane dai porti pescherecci di origine, dove vengono periodicamente portati i prodotti che, refrigerati, salati, conservati, scatolati, danno luogo ad un ricco commercio.

Così norvegesi, francesi, inglesi, canadesi, si spingono lontano dai loro paesi di origine, con grandi navi particolarmente attrezzate, sulle aree oceaniche ricche di plancton, che richiamano un abbondante fauna ittica.

Queste aree oceaniche si trovano particolarmente nelle zone di contatto fra correnti fredde e calde, come sul Banco di Terranova e nelle coste atlantiche del Canadà. La pesca d'alto mare acquista in tali casi una straordinaria importanza economica, poichè diventa l'attività esclusiva e l'unica fonte di vita per numerosi individui, per i quali, durante gran parte dell'anno, le navi sono veramente la loro casa e il mare rappresenta per essi, ciò che il campo è per i contadini.

I grandi distretti di pesca di alto mare si trovano nelle zone temperate e fredde dell'Emisfero Nord. Sull'Atlantico Settentrionale, sono le coste americane dal C. Hatteras al Labrador, compresi l'Isola e il Banco di Terranova, dove si esercita sopratutto la pesca del merluzzo e delle sardine, da parte di 80.000 pescatori, francesi, inglesi e americani ed oggi anche italiani. Nell'Europa settentrionale, il Dogger-Bank è sfruttato ogni anno da 140 000 pescatori, dediti alla pesca delle aringhe, dei merluzzi e dei naselli, le Is. Lofoti, le coste norvegesi e le coste dell'Islanda, sono centri della pesca delle aringhe, sgombri, merluzzi che ha dato grande floridezza economica a quelle popolazioni (77 000 pescatori). Anche le Is. Canarie e le coste atlantiche della Penisola Iberica sono zone di pesca, oggi anche per gli italiani; mentre nel Mediterraneo la pesca del tonno è esercitata al passaggio stagionale dei tonni lungo le coste dei Dardanelli, dell'Adriatico, della Tunisia, della Sardegna. Nell'Oceano Pacifico, lungo le coste

del Canadà e dell'Alasca, si pescano salmoni, aringhe e merluzzi e così pure nello stretto di Bering, nelle Isole Curili, nella Penisola del Camciatca e nelle acque del Giappone. Il Giappone anzi tiene il primo posto per l'attività peschereccia (2 mil. di persone) e il valore dei prodotti (aringhe, sardine, tonni, merluzzi), ed è il paese che se ne alimenta di più. Nell'Emisfero australe, la Patagonia, il Madagascar e la Nuova Zelanda sono pure, in minor misura, zone pescherecce.

Un tipo di pesca speciale è quella delle balene e delle foche, nei mari polari, che si iniziò nel sec. XVI ed ebbe il massimo sviluppo nella prima metà del sec. XIX, provocando una riduzione delle specie. A questa pesca, che è quasi una caccia coll'arpone, si dedicano sopratutto i norvegesi nel Mare Artico, con navi speciali dette *baleniere*, per ricercarne grassi, oli animali, pelli e fanoni (circa 25-27 mila balene all'anno). Oggi i centri balenieri si sono spostati nei mari antartici, dove i norvegesi hanno punti di appoggio nelle Is. Falkland, nella Georgia Australe e nella lontana Is. Bouvet, nell'Atlantico meridionale.

Il valore globale dei prodotti della pesca marittima si stimano a circa 12 miliardi di lire annue, dei quali oltre la metà sarebbero dati dall'Atlantico.

E) *La pastorizia.* — La *pastorizia* è una forma di attività umana strettamente legata alle condizioni dell'ambiente climatico e vegetale e quindi nettamente localizzata.

Essa è propria delle regioni steppiche subdesertiche dell'Africa Settentrionale ed Orientale, dei paesi mediterranei e del Caspio, dell'Asia Centrale fino alla Manciuria ecc. Ma si trova anche nelle steppe delle alte latitudini ed in tempi recenti è stata introdotta, con una forma speciale di pastorizia industrializzata nelle zone steppiche dell'Africa meridionale e nei paesi del Continente Nuovo e Nuovissimo.

La *pastorizia primitiva* e *nomade* si è sviluppata fin da tempo antichissimo nelle zone dove le scarse precipitazioni, con un solo breve periodo di pioggia all'anno, rendono impossibile l'agricoltura. Per questo l'uomo dovette accontentarsi di sfruttare la scarsa formazione erbacea nel breve periodo in cui la steppa rinverdisce, mediante l'interposizione degli erbivori pascolanti, sopratutto ovini, onde ottenere carne e latte per nutrirsi, pelli e lane per vestirsi.

L'uomo ha scelto ed allevato sopratutto la *pecora,* nelle sue razze primitive (*Ovis aries, O. laticaudata* ecc.), perchè essa possiede particolari qualità di adattamento ad un magro pascolo e può anche, se necessario, sopportare digiuni di più giorni, nonchè resiste a lunghe marce, necessarie per i traslochi, quando si esauriscono le zone pascolive. Per le stesse ragioni si pratica anche l'allevamento del cammello o dromedario, di solito limitato però alle necessità di avere mezzi di trasporto della tenda e delle mercanzie da parte dei pastori.

Il pascolo ovino è quindi legato al *nomadismo,* giacchè il bisogno continuo di cercare nuovi pascoli, col variare della stagione piovosa, costringe i pastori a spostarsi, insieme ai propri greggi, alle proprie famiglie e alle proprie abitazioni (tende mobili), da una zona steppica ad un'altra.

Le popolazioni pastorali nomadi, prevalentemente carnivore, vivono in zone relativamente spopolate, perchè hanno bisogno di ampi spazi per condurre al

Fig. 33 - Pascolo steppico e accampamento di nomadi nel tell algerino

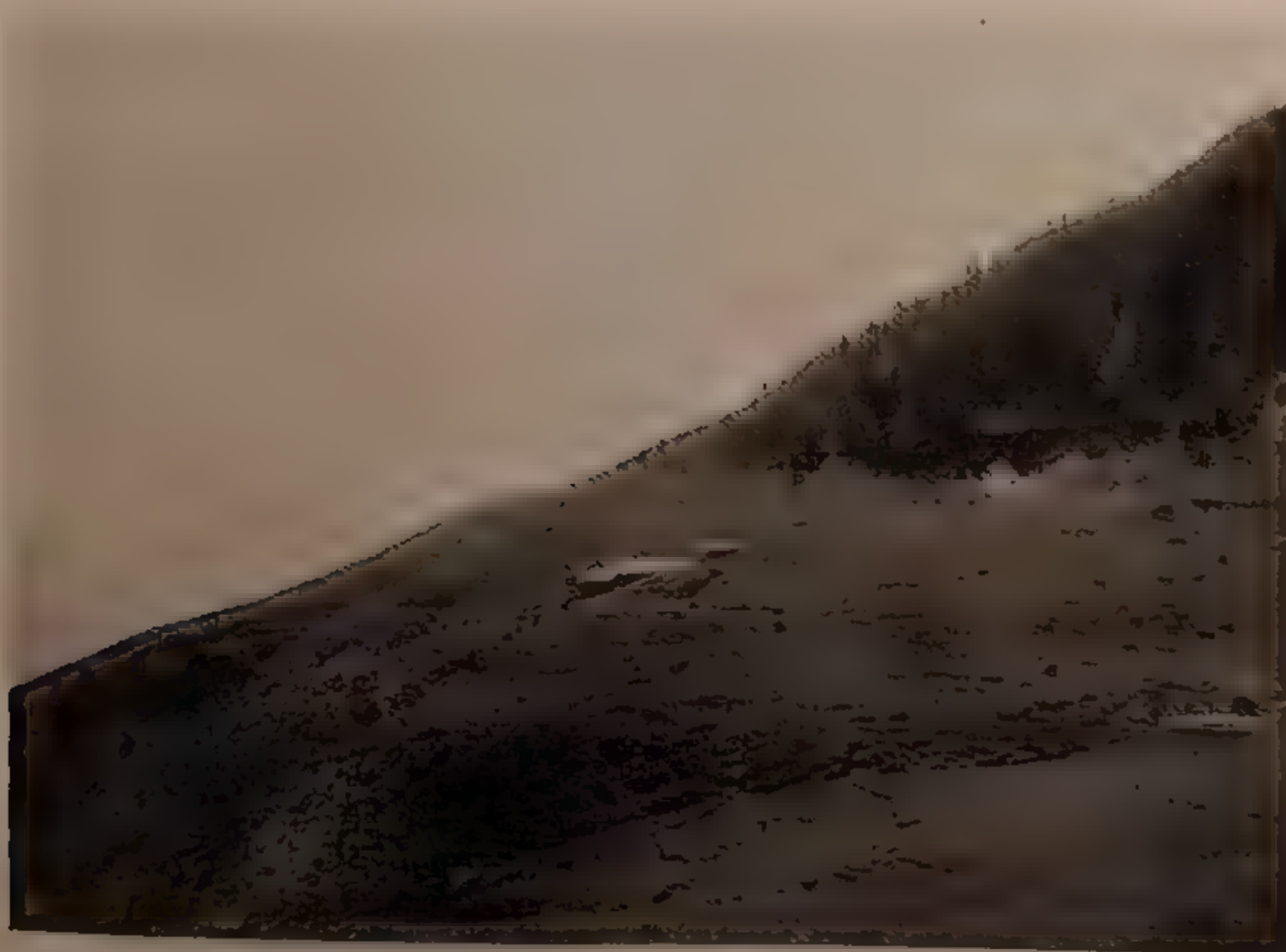



Fig. 34 - Maggenghi e pascolo montano in Val d'Aosta

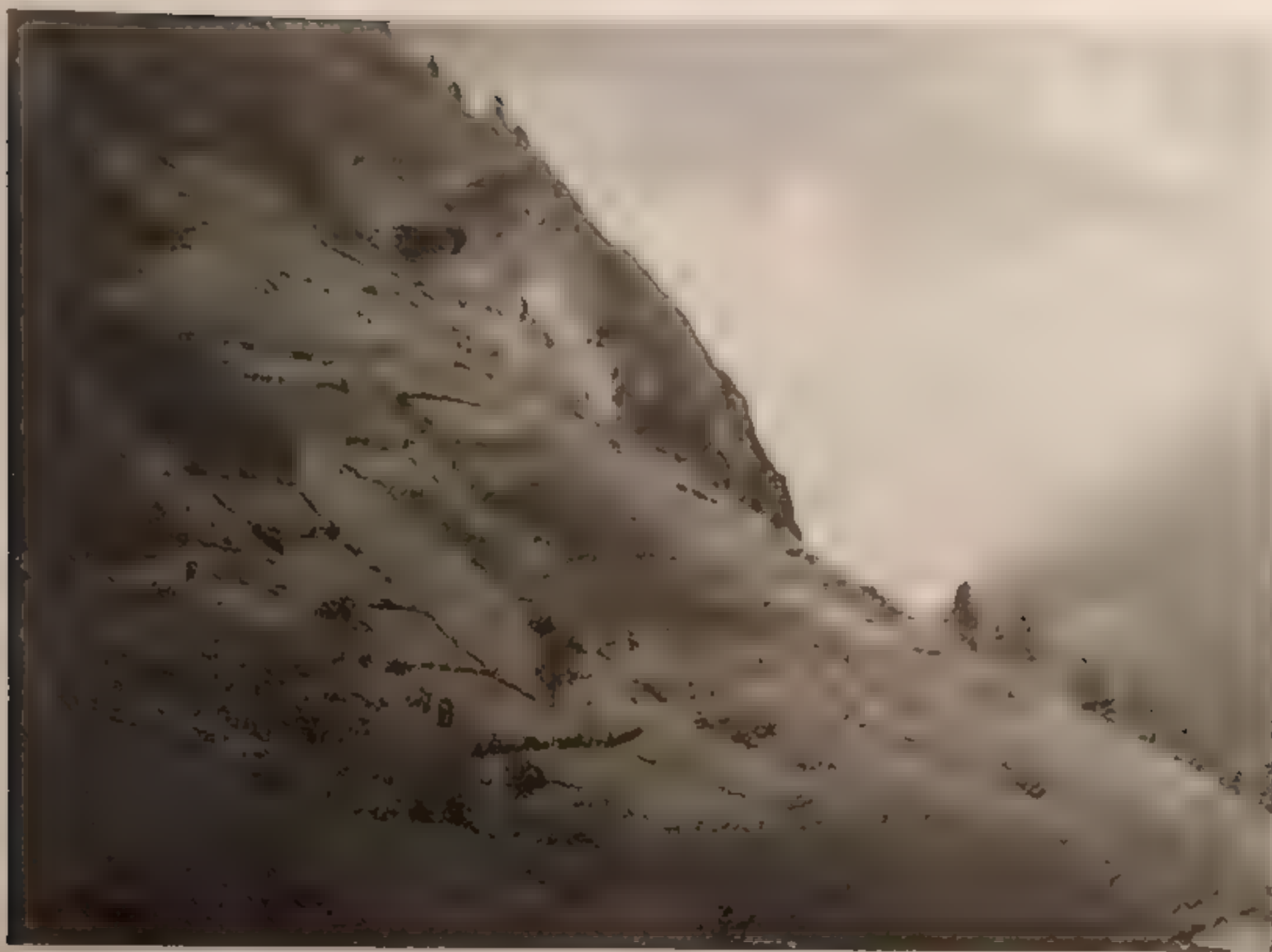



Fig. 35 - Appezzamenti agricoli di zone aride di montagna in Val d'Aosta

Fig. 36 - Appezzamenti agricoli di zone umide nel bassopiano Olandese

pascolo i loro greggi (circa da 1/4 a 1 kmq. per persona). Si vestono con le lane prodotte dalle loro pecore, a difesa contro gli ardori della steppa; non hanno dimora fissa, nè concetto di proprietà terriera, giacchè la steppa è da loro sfruttata collettivamente, e si raggruppano in *tribù*, costituite da più famiglie (provenienti da uno stesso ceppo, sotto la guida di un capo)

Quasi sempre numerose tribù sfruttano uno stesso territorio, ed hanno in comune il modo di vita, i costumi, le tradizioni, la lingua, la religione (nell'Emisfero boreale, sono in gran parte mussulmane), esse rappresentano cioè quello stadio di civiltà che è detto *semicivilizzazione*.

Fra questi popoli sono da ricordare i nomadi pastori delle steppe dell'Asia sud-occidentale (Chirghisi, Calmucchi, Curdi ecc.), i semiti di quelle del Mediterraneo orientale e dell'Africa settentrionale (Ebrei, Arabi, Berberi ecc.), i camiti dell'Africa orientale (Dancali, Somali ecc.).

L'agricoltura rudimentale non è del tutto assente da questa forma di vita. Si tratta talora di agricoltura estensiva, che può dar luogo, presso i nomadi, ad una economia associata, come nel caso dei Tuareghi degli altipiani interni dell'Algeria, che durante l'autunno, nel loro periodico spostarsi verso sud, attraversando le zone più umide della steppa (*oasi* e letti degli *uidian*), seminano i cereali, e poi li raccolgono nella primavera successiva, quando ritornano verso settentrione (*seminomadismo*).

La necessità di alimenti vegetali, che di solito mancano o sono scarsi presso i nomadi, si soddisfaceva, sopratutto in passato, con le razzie metodiche contro i popoli agricoltori delle zone periferiche delle steppe, od anche con un rudimentale commercio di scambio fra i prodotti agricoli delle popolazioni sedentarie e quelli animali dei nomadi, che spesso sono anche commercianti, e trasportano i loro prodotti lanieri ai mercati delle vicine zone agricole, come nel « tell » algerino.

...aride di montagna...

Negli altipiani montuosi dell'Asia Minore, dell'Iran e del Tibet, oltre all'allevamento nomade della pecora, le cui razze indigene servono anche come animali da soma, si ha quello delle capre (*Capra hircus*), alcune varietà delle quali danno le lane pregiate d'Angora e del Cashmir.

Le popolazioni delle terre artiche (Eschimesi e Samoiedi), sfruttano d'estate la tundra boreale, portandovi al pascolo le renne (*Rangifer tarandus*), nell'alta Siberia, e l'alce (*Cervus alces*) nell'alto Canadà, mentre li riconducono entro la foresta boreale, durante l'inverno.

Nelle regioni montuose del Mediterraneo, nelle quali le differenze climatiche e fitologiche sono particolarmente sensibili in senso verticale, fin da tempi preistorici, entro le stesse zone agricole, si è sviluppata una speciale forma di nomadismo pastorale, poichè i greggi di ovini, che vivono nei bassipiani costieri durante la stagione umida invernale, salgono a sfruttare i pascoli d'alta montagna nell'estate, quando nel bassopiano predomina la siccità estiva.

Tale forma di nomadismo, detta *transumanza*, è sviluppata nella Penisola Iberica, nella Balcanica, nell'Asia Minore e nell'Italia Centrale e Meridionale, dove anzi il periodico passaggio stagionale, dalle maremme e paludi litorali alle vette degli Appennini, ha finito col tracciare, durante

i secoli, delle naturali vie armentarie, chiamate *tratturi* [illegible] ristiche in queste regioni e che godono di un particolare [illegible] e giuridico (fig. 155).

Dopo il sec. XVIII, il consumo delle lanerie, fra i popoli civili, an[illegible] mentando di molto, mentre in Europa andavano restringendosi le terre a pascolo, per l'aumentare rapido delle popolazioni. Per rispondere alle richiest[e] crescenti del mercato mondiale, le Nazioni colonizzatrici europe[e] [illegible] ricani provvidero ad introdurre grandi allevamenti di ovini nelle [illegible]

Fig. 155. — « Tratturo » nell'Italia Meridionale (dai tipi dell'I. G. M., f. 164-I, Manfredonia).

polate steppe dell'Emisfero australe (Australia, Argentina, Africa Meridionale, Patagonia, Nuova Zelanda) e ad estenderlo sugli altipiani desertici dell'Asia, e nelle praterie dell'America settentrionale, fin oltre il 60° parallelo, rimanendo esclusi solo i deserti caldi e le foreste equatoriali.

Questo nuovo nomadismo pastorale è fatto però con criteri industriali e con mezzi tecnici progrediti (scavo di pozzi artesiani per l'abbeveraggio, trasporto di greggi per ferrovia ecc.), per cui assume un aspetto ed importanza diversa dal nomadismo dei semicivili.

Nel 1936 si calcolavano a 640 milioni circa i capi di ovini allevati nel Mondo. In Europa i *merinos* a lungo pelame, si sono diffusi dalla Spagna in Scozia, in Italia (1936: 9 mil.), nei Paesi balcanici, ma sopratutto nella Russia europea ed asiatica, che conta 73 mil. di capi. Anche gli Stati Uniti posseggono 53 mil. di pecore nel Far-West; l'Australia, che nel 1801 aveva 6700 pecore, nel 1861, 23 mil., nel 1900, 92 mil., nel 1936 ne contava 113 mil. e ne sembra ormai satura (Nuova Galles, Queensland, Vittoria). L'Unione Sud-Africana, ha pure greggi per 36 mil., l'Argentina per 39, la Nuova Zelanda per 30 mil. di capi.

§ 148. — Modi di vita nell'economia produttiva del mondo biologico. — È questa una forma superiore di utilizzazione del mondo biologico, da parte dell'uomo, una vera conquista attiva dei prodotti necessari alla sua più complessa vita civile, conquista che esso ottiene per mezzo di un razionale impiego e stimolo delle condizioni naturali dell'ambiente, che con il suo lavoro l'uomo modifica e adatta a proprio vantaggio.

Questa attività umana può essere volta a conservare e proteggere le produzioni spontanee, come nel caso della *silvicoltura*, con una *economia conservativa;* oppure porta ad una vera associazione dell'uomo con le piante (*agricoltura*) o con gli animali (*allevamento*), per perfezionare ed estendere, con la selezione e col lavoro, i prodotti vegetali ed animali a lui utili. Tutta questa complessa attività costituisce l'*economia produttiva*.

La prima fase dell'economia produttiva è data dal passaggio da una dipendenza assoluta dell'uomo dai doni spontanei della natura, come nell'economia distruttiva, ad una utilizzazione cosciente dei prodotti naturali che hanno maggiore importanza per lui.

Anche l'uomo primitivo, dove le condizioni geografiche glielo permettono, comincia col distruggere e limitare le specie vegetali ed animali a lui nocive o inutili, per introdurre ed estendere quelle che a lui servono, favorendole col *lavoro*, nelle loro necessità biologiche, adattandole, con la *selezione*, ai particolari ambienti geografici, dove vengono da lui introdotte.

Attività questa millenaria, che ha modificato, come sappiamo, il paesaggio biologico spontaneo sulla superficie del Globo, ma che non può svolgersi in antitesi assoluta con le condizioni naturali di una regione, per cui ha dei limiti imposti dalle condizioni fisiche dell'ambiente. La coltivazione dei cereali, ad esempio, è esclusa dalle zone tropicali a pioggie continue.

A) *Silvicoltura*. — Abbiamo visto, come la deforestazione — dovuta sia ad inconsulto sfruttamento della foresta, sia alla necessità, antica e moderna, di aprire nuovi territori all'agricoltura o al pascolo — abbia portato ad una notevole riduzione delle aree forestali sul Globo, specie nelle zone temperate, con grave depauperamento economico e con degradazione fisica dei territori naturalmente boschivi.

Per ovviare a tali danni le popolazioni più civili dell'epoca moderna, si sono imposte una volontaria limitazione della deforestazione e praticano un razionale sfruttamento delle ricchezze forestali residue, non solo, ma cercano anche di ricostituire, almeno in parte, i boschi distrutti; ne deriva una *economia conservatrice*, con propria specifica attività umana, la *silvicoltura*, che è fonte non indifferente di ricchezza.

Nelle zone di vegetazione arborea dei climi temperati del nostro emisfero, distrutte ormai, o limitate da secoli, le foreste litorali e quelle dei bassipiani (Pianura padana, Bassopiano franco-germanico ecc.), per il moltiplicarsi della popolazione e conseguente estensione delle terre coltivate, la silvicoltura si va sviluppando oggi sui residui forestali delle pendici dei grandi rilievi montuosi europei (rilievo scandinavo, Pirenei, Alpi, Appennini, Carpazi ecc.) e americani (Montagne Rocciose, Ande), dove le condizioni climatiche non permettono l'estendersi delle coltivazioni. La

silvicoltura però non costituisce qui l'occupazione [illegible] che vi si dedicano, ma dà luogo ad una economia [illegible] mento e l'agricoltura.

Lo sfruttamento metodico delle foreste montane determina particolari caratteri al paesaggio spontaneo, costringendo la foresta entro limiti ben netti, ma che debbono ritenersi in gran parte artificiali, sia quelli superiori, verso le zone dei pascoli di vetta, come gli inferiori, a contatto delle zone coltivate ed abitate dei fondi valle. Questa coltura forestale montana viene oggi metodicamente sfruttata in Europa, con abbattimenti e ripiantagioni periodici, per ottenerne legname da lavoro e da ardere o per lo sfruttamento dei suoi prodotti vegetali.

Nelle zone montuose della regione mediterranea sono soprattutto le limitate aree residue del ***sughereto*** (come sulle catene costiere della Murcia spagnola, della Sardegna, della Maremma toscana ecc.), che vengono sfruttate coll'asportazione periodica dell'esoderma suberificato del *Quercus suber*, di cui si fa ampio commercio; oppure è il frutto del *Pinus Pinaster* delle *pinete* pedemontane e litorali, ricostituite in Italia da non molti secoli, di cui si utilizzano i *pinoli* per uso culinario. Nelle zone sub-mediterranee dei rilievi dell'Appennino, delle Prealpi, delle Dinariche, è il *castagneto* (*Castanea vesca*), che viene curato e ricostituito per i suoi frutti altamente nutritizi o per il tannino della corteccia. Nella *macchia* mediterranea e nei cedui del querceto e castagneto, lo sfruttamento provvede legna da ardere e carbone artificiale, alla cui preparazione si dedicano periodicamente i *carbonai*, con tipiche migrazioni temporanee, come dalla Toscana in Corsica.

Ma tutta questa attività è saltuaria, in relazione ai periodi vegetativi delle singole specie arboree, cosicchè gli abitanti di queste regioni alternano la loro attività boschereccia con quella agricola o pastorale.

Le foreste montane di *faggete* ed *abetine* delle zone montuose, europee ed americane, sono utilizzate prevalentemente per ricavarne legname da costruzione, che abbattuto con metodica rotazione di zone boschive, e quindi squadrato, viene condotto al basso con particolari e tradizionali accorgimenti tecnici, diversi da una regione montuosa all'altra, mentre il bosco viene ricostituito con trapianti di alberelli da appositi vivai (*rimboschimento*), col duplice scopo di ricostituire il patrimonio boschivo per i secoli venturi, e di difendere il terreno montuoso dalla rovina del dilavamento incomposto delle acque meteoriche (*bonifica montana*). Tale attività esclusiva occupa particolari gruppi di uomini (*boscaioli*), e si manifesta sul suolo con tipiche forme topografiche di « tagliate » boschive, vie forestali, ricoveri da boscaioli ecc.

Tale razionale sfruttamento delle riserve di legname della foresta spontanea boreale, dopo la deforestazione dei primi pionieri, viene oggi applicata anche all'estesa copertura boschiva dell'alto Canadà, della Penisola scandinava, della Finlandia, della Russia settentrionale, della « taiga » siberiana, che forniscono la maggiore quantità di legno, per ricavarne *pasta di legno* (cellulosa), materia prima di grande consumo per la fabbricazione della carta; e ciò con mezzi tecnici perfezionati di abbattuta, di trasporto ed impiego di numerosa mano d'opera specializzata.

B) *Agricoltura*. — L'*agricoltura* è dunque una particolare associa-zione fra l'uomo e le piante, per la quale il primo, con le proprie energie d'intelligenza e di lavoro, porta aiuto ed incremento all'attività b[illegible] di alcune piante prescelte, per ottenerne prodotti utili.

Questa compartecipazione di sforzi e di vantaggi ha però dei limiti, imposti sia dalla natura del suolo, che può soltanto in parte essere modificata col lavoro, sia sopratutto dalle condizioni climatiche, le quali sono indipendenti dalla volontà umana.

Poichè l'agricoltura è legata, più delle altre attività dell'uomo, agli elementi del clima, e in particolare al regime delle precipitazioni, essa si è sviluppata ed estesa in prevalenza nei territori delle zone temperate marittime dell'Emisfero boreale, che godono di piogge variamente distribuite durante l'anno, mentre invece è limitata nell'Emisfero australe, anche perchè le terre emerse sono ivi molto meno estese in corrispondenza delle latitudini intermedie.

Zone occupate da popolazioni dedite prevalentemente all'agricoltura si trovano nel nostro Emisfero, oltre che nell'Europa occidentale e centrale, anche nella Russia meridionale, nella Siberia occidentale, nella Cina meridionale, nell'Indocina e nell'India, nell'Africa specialmente nel Sudan e nell'altipiano Etiopico, nell'America nella sezione atlantica degli Stati Uniti, nel Canadà meridionale e sulle coste pacifiche della California. Nell'Emisfero meridionale le zone agricole si trovano nel Brasile meridionale, nell'Argentina, nelle regioni costiere dell'Africa australe e dell'Australia di sud-est.

Come abbiamo visto, anche le popolazioni pastorali nomadi possono avere una agricoltura rudimentale dei cereali, associata alla pastorizia, ma man mano che si passa dalle zone continentali steppiche, verso quelle marittime più umide con stagioni piovose ben definite, l'agricoltura va prendendo il sopravvento. Si ha dapprima la coltivazione *estensiva*, come nelle regioni subtropicali a suoli poco profondi (es. la Regione Mediterranea, la Regione Sudanese ecc.), cioè durante l'annata agricola, limitata al solo periodo piovoso, si ottiene un solo prodotto per ogni area coltivata; inoltre la coltivazione non ha luogo tutti gli anni sullo stesso terreno, ma questo dopo ogni anno viene lasciato riposare (*maggese*). Sono coltivate piante erbacee o legnose, selezionate attraverso i secoli dalla flora spontanea o piante importate da regioni lontane, che l'uomo va favorendo col lavoro e con l'uso di fertilizzanti organici. Questo tipo di agricoltura estensiva, che è praticata anche nelle zone temperate fredde continentali, è spesso associata alla attività pastorale e giunge ad alimentare al massimo, 50 persone per kmq. di area coltivata.

Nelle regioni temperate più umide, come nei territori di clima monsonico della Cina Meridionale e dell'India, o in quelli a clima oceanico dell'Europa occidentale e dell'America atlantica, sui terreni profondi e fertili di antichi suoli di disfacimento o alluvionali, come nelle pianure costiere e nelle grandi vallate fluviali, l'agricoltura, che può disporre di una numerosa mano d'opera e di mezzi tecnici progrediti di lavoro e di fertilizzazione, (Europa occidentale, America settentrionale, Estremo Oriente) diventa *agricoltura intensiva*, cioè durante l'annata agricola si otten-

gono più prodotti sullo stesso terreno, che può mantenere oltre 100 ab per kmq.

Tanto l'agricoltura estensiva che quella intensiva occupano l'attività umana sullo stesso territorio per tutto l'anno e sviluppano quindi nella popolazione non solo l'istinto della proprietà, frutto del lavoro, ma anche quello della sedentarietà; tanto più che nelle regioni, dove v'è un riposo stagionale della vegetazione (periodo secco o periodo freddo), si deve risparmiare, per la stagione morta, una parte dell'abbondante produzione delle piante coltivate, che viene accumulata e conservata in apposite costruzioni fisse (depositi, ricoveri e magazzini non trasportabili).

In conseguenza tutte le popolazioni agricole sono sedentarie: così i Sudanesi e gli Abissini vivono in villaggi permanenti di capanne, i contadini mediterranei in grossi centri agricoli, le popolazioni europee e americane nelle grandi case coloniche situate nei poderi e via di seguito.

Nelle zone temperate d'Europa già i popoli preistorici, sono passati dalla vita pastorale nomade delle regioni steppiche continentali a quella agricola stabile delle regioni umide marittime, spostandosi lungo le zone delle terre granarie, che sono state le vie naturali delle grandi migrazioni storiche di masse. Col moltiplicarsi della popolazione, le superfici coltivate sono andate sempre più estendendosi, sopratutto a spese del bosco. Anche nelle terre di nuova colonizzazione, come in America, dopo la fase della deforestazione e della pastorizia, seguì quella agricola, dovunque le condizioni dell'ambiente lo abbiano consentito.

Dove le condizioni di clima e di suolo lo consentono e dove siano facili gli scambi dei prodotti agricoli (zone pianeggianti, marittime ecc.), v'è oggi la tendenza a specializzare le colture (*monocoltura*). Dove invece le regioni sono isolate e gli scambi sono difficili o impossibili (vallate montane, isole ecc.), permane invece una agricoltura primitiva, che cerca di ottenere dal suolo lavorato tutti i prodotti necessari alla vita della popolazione (*policoltura*). In queste regioni isolate l'aumento della popolazione costringe ad estendere le coltivazioni nelle zone meno adatte e i campicelli coltivati si spingono ai limiti estremi e non redditizi; ciò che può portare ad un degradamento del suolo, con conseguente impoverimento della produzione, che provoca talora l'esodo in massa degli abitanti (es. *spopolamento montano*).

Secondo un calcolo largamente approssimato, dei 149 mil. di kmq. delle terre emerse si può ritenere oggi che 47 mil. siano nudi od incolti, 31 mil. occupati da steppe e pascoli naturali, 42 mil. da foreste di vario tipo e soltanto 29 mil., cioè meno di un quinto, sottoposti in vario modo alla coltivazione, ma su queste aree però vivono il massimo numero di abitanti ed i popoli più civili.

Le operazioni agricole (lavoro della terra, concimazione, semina, cura delle piante, raccolta e preparazione dei prodotti) richiedono strumenti, più o meno complessi e perfezionati, a seconda del grado di civiltà degli uomini e delle condizioni edafiche dell'ambiente.

Solo raramente, in zone molto umide od innondate, il suolo può essere seminato senza venire lavorato. L'*agricoltura primitiva* si serve di bastoni per smuo-

vere il suolo e preparare la semina, come in Melanesia, nell'America Centrale, nel medio bacino del Nilo ecc., dove la concimazione è data soltanto con l'incendio delle erbe. L'*agricoltura alla zappa* o *alla vanga* è uno stadio più evoluto, nel quale il terreno è rovesciato, per favorire l'ossidazione e idratazione dei suoi elementi minerali e la decomposizione di quelli organici. Tale metodo, largamente praticato dalle popolazioni indigene dell'Africa, dell'America tropicale, dell'Oceania: la zappa si usa di solito per i terreni molli e superficiali, la vanga in quelli compatti e profondi, e alla coltivazione è associato l'allevamento del bestiame che fornisce il concime. La *coltura arativa*, che è poco meno antica della precedente, rappresenta lo sviluppo più perfetto dell'agricoltura, permettendo di portare alla superficie gli strati più profondi del terreno, che sono i meno sfruttati dalle colture precedenti. L'aratro può essere *a chiodo*, con traino animale (bovini, equini, cammelli), come quello delle popolazioni berbere dell'Africa Settentrionale e quelle dell'Abissinia e del Mediterraneo, dove la coltre agricola superficiale è assai limitata e polverulenta, oppure l'aratro più perfezionato, fino al *vomere* moderno, a trazione meccanica, che sommuove profondamente i terreni compatti delle grandi pianure alluvionali dell'Europa centrale e delle Americhe.

Il tipo delle colture è legato anche alle condizioni edafiche di suolo e di clima. Nelle terre aride, come quelle mediterranee (Libia, Tunisia, Algeria, isole mediterranee ecc.), prevalgono le colture di piante legnose xerofile (vite, olivo, mandorlo ecc.), i cui ceppi sono tanto più distanziati fra loro, quanto più il clima è asciutto (p. e. sul litorale tunisino si hanno in media 70 olivi per ett., a Sfax solo 18). Per le colture erbacee (cereali) si usa la *coltivazione secca* (*dry farming* degli americani), con una rotazione agraria triennale o quadriennale del suolo: cioè il terreno, dopo un anno di produzione, viene lasciato a riposo per 2 o 3 anni di seguito, durante i quali però il suolo viene egualmente rotto, per distruggere le male erbe, che sfrutterebbero le acque del sottosuolo, e per impedire che la terra troppo compatta faccia salire per capillarità l'acqua d'imbibizione che evaporerebbe. Tutte queste operazioni richiedono una grande somma di lavoro, e portano in conseguenza ad una numerosa e minuta divisione particellare dei campi sottoposti alla rotazione agraria, con frazionamento e distribuzione irregolare dei campi stessi; come nelle regioni a clima secco mediterraneo, o sui detriti di falda permeabili di montagna. Il contrario avviene nelle terre profonde alluvionali delle regioni a clima umido (Pianura Padana, Europa Occidentale, America atlantica ecc.), dove, per la ricchezza di acque nel sottosuolo, la rotazione è di solito biennale, le terre poste a coltura intensiva, lavorate a fondo e concimate abbondantemente (ingrassi animali o chimici), non sono mai lasciate in assoluto riposo, variando solo, di anno in anno, la qualità delle piante coltivate. Questi diversi tipi di regime agrario si riflettono sugli aspetti topografici delle terre agricole: prevalgono nel primo caso gli appezzamenti piccoli di forma quadrangolare, irregolarmente disposti e separati da piccoli muri a secco; nel secondo caso, i grandi campi allungati paralleli fra loro sono divisi da strade poderali e da fossi per il drenaggio delle acque (figg. 156 e 157). Speciale aspetto topografico hanno pure le terre di recente bonifica, eseguita con mezzi tecnici moderni nelle zone di bassopiano, dove la predisposta regolarità dei fossi di scolo dà al territorio una configurazione di reticolato uniforme, proprio di tutti i paesi di recente bonificazione (fig. 158).

L'economia agraria, specie nelle ragioni aride, acquista una fisonomia diversa, che si riflette anche sulle forme topografiche, se è basata sulla *irrigazione*, apporto artificiale e permanente di acqua colà dove l'uomo, approfittando della inclinazione del suolo, ha creato una rete di canali,

Fig. 156. — Divisione particellare delle terre coltivate nel Campidano di Cagliari (dai tipi dell'I. G. M., f. 234-IV-NO, Decimomannu)

Fig. 157. — Divisione particellare delle terre coltivate nella Pianura Emiliana (dai tipi dell'I. G. M., f. 74-II-NO, Correggio).

che alimentati da sorgenti, da corsi d'acqua o da ricche falde freatiche, permettono una produzione agricola specializzata come quella delle risaie (Cina, Indocina, Pianura padana ecc.) o delle zone cotoniere (Egitto, Turchestan, Luisiana ecc.) o di altri prodotti pregiati.

Fig. 158. — Divisione particellare delle terre coltivate nelle zone di bonifica (dai tipi dell'I. G. M., f. 51-I-NE, Càorle).

Dove invece si ha un apporto saltuario di acqua (*adacquamento*), come nelle oasi desertiche o negli orti, l'acqua può essere sollevata da pozzi con procedimenti primitivi — come il *dalù* della Libia e dell'Arabia, sorta di otre che viene fatto salire a mezzo di animale che scende per un piano inclinato, e la *noria* diffusa in Siria, Egitto, Algeria, Spagna, Italia Meridionale, Grecia, mossa dalla forza dell'acqua corrente o da forza animale, che aziona una catena continua, guarnita di recipienti, che si vuotano automaticamente in piccoli serbatoi — o con gli impianti perfezionati, quali i moderni *idroelevatori* mossi dal vento, che si trovano nelle pianure alluvionali a ricche colture orticole e che rappresentano anche un elemento caratteristico di certi paesaggi geografici.

L'*irrigazione*, diversamente dell'adacquamento, è una funzione collettiva, sia per i lavori d'impianto e manutenzione dei canali, sia per la distribuzione dell'acqua ai vari appezzamenti coltivati, per cui fu sempre opera di consorzi di utenti o dello Stato stesso. Iniziata ancora in epoca preistorica, come lungo la valle del medio Nilo, nella Mesopotamia, nella Cina, ha avuto grande importanza per il sorgere, rafforzarsi e svilupparsi dalle primitive organizzazioni sociali.

Un tipo diverso e speciale d'agricoltura è quello detto delle *piantagioni*, introdotto dalla colonizzazione moderna nelle regioni tropicali umi-

de, per la ***monocoltura*** di alcune piante indigene di particolare [illegible] economico, come la palma da olio, le piante di [illegible] chero, il caffè, il cacao, il cotone ecc.

Le piantagioni s'iniziano di solito con la deforestazione [illegible] l'incendio della « brussa »; quindi con l'apertura di piste e di [illegible] preparazione del suolo e della irrigazione, se necessaria, e la [illegible] vivai di particolari piante selezionate che arrivano fino a [illegible] pletamente l'aspetto del paesaggio della regione. Dati i grandi [illegible] d'impianto necessari, a reddito assai postergato, le piantagioni sono opere di grandi Società o Compagnie, che le sfruttano con scopi e mezzi industriali più che agricoli, cosicchè gli addetti non possono dirsi agricoltori

Date le condizioni climatiche dove queste piante tropicali si sviluppano, [illegible] che sono avverse agli europei, le piantagioni sono soltanto dirette da [illegible] mentre le genti di colore, che solo resistono a questi clima loro propri, forniscono il lavoro. Ciò ha portato all'addensarsi artificiale di particolari razze umane in alcune regioni, dove prima non si trovavano. Così negli Stati Uniti meridionali, nelle Indie Occidentali, nel Brasile, i negri africani furono importati con la « tratta », durante i secoli XVII e XVIII.

C) *Allevamento.* — È anche questa una particolare associazione dell'uomo con alcune specie animali, che egli ha scelto per i loro prodotti e la loro capacità di lavoro, e alle quali ha dato ricovero contro i rigori del clima ed ha assicurata l'alimentazione in ogni stagione. L'uomo ha pure favorito la selezione delle specie più adatte e di queste ha curato la diffusione anche in ambienti diversi dell'originario.

Gli animali particolarmente allevati dall'uomo nelle zone temperate sono i *bovini* e gli *equini*, originari dalle zone subtropicali; nelle zone intertropicali invece sono allevati i *camelidi* e i *proboscidiani*.

I *bovini* — a differenza degli ovini, che sono molto sobri e sfruttano le magre steppe col pascolo nomade — sono assai esigenti e poco mobili, e richiedono abbondanti e perenni pasture, verdeggianti per tutto l'anno. Tali condizioni si trovano nelle regioni a clima temperato oceanico o in quelle a clima montano, con piogge uniformemente distribuite. E poichè queste regioni sono quelle più propizie anche alla agricoltura intensiva, a cui i bovini portano il contributo del lavoro (aratro) e del concime, le due forme di economia produttiva, agricoltura ed allevamento, si sono trovate e si trovano spesso associate fra loro.

I bovini sono originari dell'Asia meridionale, dove lo *zebù*, animale da latte e da tiro, è rispettato come animale sacro; ma le popolazioni più progredite dal tipo europeo (*Bos taurus*) hanno saputo selezionare razze e varietà diverse (da latte, da carne, da lavoro), il cui allevamento ha una particolare distribuzione, dipendente dai bisogni delle singole razze e dalla diversa loro utilizzazione.

Le *razze lattifere*, economicamente importanti per i prodotti caseari (burro e formaggio), sono allevate o nelle regioni montuose delle zone tem-

perate a clima umido, o nelle pur[illegible] [illegible] dei [illegible] an-
che di prati perenni.

Nelle zone montuose a morfologia [illegible] con versanti vallivi suddivisi in più ripiani o terrazze sovrapposte, le mandre dei bovini vengono portate al pascolo, con limitati spostamenti periodici [illegible] in senso verticale, con modalità e tradizioni secolari, diverse bensì nei vari gruppi montuosi e presso i vari popoli, ma simili fra loro, perchè legate ad analoghi tipi di ambiente morfologico e climatico; così nelle Alpi, nei Carpazi, nel Caucaso, nell'Himalaia, nelle Montagne Rocciose ecc.

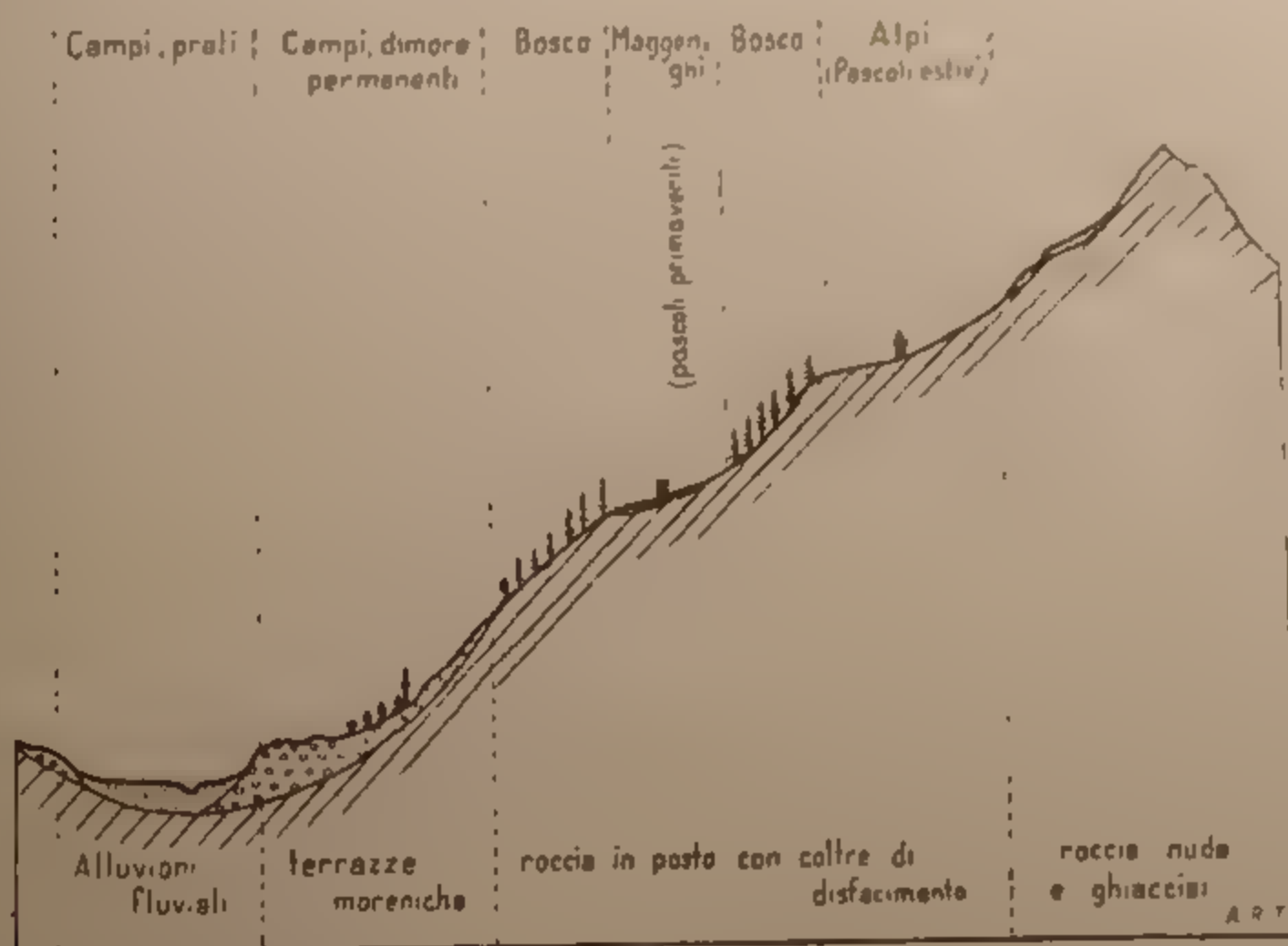



Fig. 159. — Schema di insediamenti umani stagionali nelle vallate alpine.

Nelle vallate alpine, durante la stagione invernale, quando la neve ricopre tutti i rilievi, i bovini sono ricoverati nelle stalle delle *dimore permanenti* dei paesi di fondo valle, e alimentati col fieno accumulato, durante l'estate, dai montanari. Ma al primo sciogliersi delle nevi sui fianchi inferiori vallivi, gli animali vengono condotti nei *maggenghi* (*mayens, Vorsass*), prati coltivati di proprietà privata con *dimore temporanee*, posti sui ripiani di mezza costa, dove sfruttano il foraggio primaverile.

Nell'estate, quando anche le alte pendici montuose sono libere dalla neve — mentre i montanari coltivano i campicelli sul fondo vallivo o falciano il fieno sulle superfici prative — i bovini, riuniti in mandre ed affidati a pastori, vengono portati ad *estivare* sugli alti pascoli naturali (che sono di solito di proprietà collettiva) detti *alpi* (*alpes, Alpen*). Nelle alpi le vacche lattifere vengono ricoverate di notte, in *dimore temporanee* (*malghe, casere, Sennhütten, Almen*, ecc.), dove anche si lavorano i latticini, mentre i bovini sterili sono lasciati al pascolo brado nelle zone superiori meno ricche di erbe, verso le vette montuose, su cui si irradiano le piste naturali percorse dagli animali per il pascolo (*vie armentarie*).

Alle prime nevi autunnali, gli animali ridiscendono ai maggenghi, dove sfruttano i residui della sfalciatura estiva, per poi tornare d'inverno nelle stalle dei paesi (fig. 159).

Più recentemente, nelle basse pianure irrigue, dove si hanno prati permanenti, [illegible] come nelle [illegible] della bassa pianura lombarda, dove il fieno si sfalcia fino a 5 o 6 volte all'anno, [illegible] ha assunto carattere industriale. I bovini vengono tenuti [illegible] in grandi *stalle*, di oltre un centinaio di capi, [illegible] detti *caseifici*, che preparano prodotti caseari di latte [illegible] formaggio ecc.) mentre il residuo della lavorazione del latte (*siero*) [illegible] ad alimentare l'allevamento dei *suini* e l'industria della *caseina*.

Nelle pianure umide litoranee a pascoli perenni, a clima oceanico, come in Irlanda, in Bretagna, in Olanda, nell'Hannover ecc., gli animali sono tenuti al pascolo tutto il giorno e ricoverati nella notte.

I bovini da carne, meno selezionati e meno esigenti, vengono allevati *bradi*, nelle praterie-steppe delle zone submediterranee, come i *bufali* (*Bos bubalus*) della Maremma romana, o quelli della « puszta » ungherese. In modo analogo, ma in misura enormemente superiore questo allevamento è praticato a mezzo di aziende industrializzate nelle immense praterie dell'Ovest degli Stati Uniti (i *bisonti — Bos americanus*), nelle « *estancias* » delle « *pampas* » argentine o uraguaiane, e nei pascoli della provincia di Vittoria in Australia. Mandre di decine di migliaia di capi sono lasciati al pascolo liberi e quasi selvaggi e quindi catturati col laccio dai « *gauchos* », pastori a cavallo, ed alimentano le grandi industrie delle carni congelate e conservate.

Nel 1936-37, i *bovini* nel Mondo si calcolavano ad oltre 600 mil. di capi, dei quali 161 mil. nell'India (sacri ed intoccabili), 66 mil. negli Stati Uniti d'America, 51 mil. nell'U. R. S. S., 40 mil. in Brasile, 31 mil. in Argentina, 22 mil. in Cina, 20 mil. in Germania, 16 mil. in Francia, 14 mil. in Australia, 10 mil. nell'Unione Sud-africana (in Italia 7 mil. circa) ecc.

Importanza assai minore ha oggi l'allevamento degli *equini*, fra i quali il *cavallo* (*Equus caballus*), che viene allevato brado nelle pianure della Maremma, dell'Ungheria, della Slavonia, del Banato, e nella Chirghisia, i cui abitanti sono per tradizione ottimi cavalcatori e domatori. Razze selezionate da sella o da tiro, si hanno in Arabia, in Egitto e si allevano in stalle nei ricchi prati dell'Europa occidentale, in Pomerania, in Inghilterra, in Normandia ed anche in America, dove furono importati dopo la scoperta del Nuovo Mondo. Complessivamente sul Globo nel 1937, mil. 78, dei quali 16 mil. nell'U. R. S. S., 11 mil. agli Stati Uniti, 8 mil. in Argentina, 6 in Brasile ecc.

Asini (*Equus asinus*) e *muli*, propri delle regioni montuose e insulari, sono allevati, come animali da soma, in tutto il Mediterraneo e di qui diffusi più tardi nel Sud-America.

I *camelidi*, come abbiamo visto, vengono allevati, insieme agli ovini, nelle steppe subdesertiche africane (*Camelus dromedarius*) o in quelle fredde dell'Asia (*Camelus bactrianus*) quali animali da trasporto, perchè resistenti alle fatiche e alla sete, durante la traversata dei deserti.

Elefanti (*Elephas asiaticus*) domestici, da soma e da tiro, si allevano solo in India, Indocina e nelle Is. della Sonda, e lo *yak* da soma (bufalo a lungo pelo) negli altipiani freddi dell'Asia centrale e nelle riserve dell'Africa australe sono allevati gli *struzzi*, che forniscono penne pregiate.

Cap. XXVIII.

FORME DI VITA UMANA IN RAPPORTO ALL'AMBIENTE FISICO

§ 149. L'economia distruttiva del mondo minerale. — L'utilizzazione di rocce e minerali della crosta terrestre rimonta ai primordi dell'umanità, ed anzi molte civiltà preistoriche o primitive si differenziano fra loro per i minerali che hanno saputo lavorare, per i metalli che hanno saputo fondere o porre in lega (Età della pietra, del rame, del bronzo, del ferro ecc.). Inoltre certi prodotti minerali (sale, ferro ecc.) hanno avuto ed hanno una funzione importante così nella vita delle razze primitive, come nelle vicende storiche dei popoli civili, in quanto costituirono e costituiscono oggetto di scambi commerciali e determinano perciò rapporti economici e di civiltà fra popoli lontani. La utilizzazione dei prodotti minerari diviene però sempre più complessa, man mano si passa dalle rocce adoperate allo stato naturale (materiali da costruzione: graniti, scisti, calcari ecc.) ai minerali che necessitano di una preventiva trasformazione per essere utilizzati (metalli: ferro, rame, piombo ecc.), e richiedono pertanto uno sviluppo di mezzi tecnici e l'impiego di mano d'opera specializzata, che possono trovarsi soltanto fra popolazioni civili. Pertanto v'è un rapporto fra sfruttamento minerario e grado di sviluppo tecnico dei popoli.

Questa forma di attività umana non è però legata tanto alle condizioni geografiche, quanto alla particolare costituzione geologica del sottosuolo delle singole regioni; tuttavia essa rientra nello studio della geografia, in quanto dà luogo a particolari forme, perenni o transitorie, di occupazione del suolo e a caratteristici tipi di addensamento umano (miniere, opifici, città industriali ecc.), che possono formarsi anche in località di per sè inabitabili, modificando, talora profondamente, il paesaggio di una regione, con relative tracce topografiche sul suolo (sbancamenti, pozzi, vie di trasporto ecc.).

Soltanto alla scoperta dei filoni argentiferi del Cerro di Potosì in Bolivia, è dovuta la fondazione, nel 1545, della città di Potosì, che raggiunse anche 70.000 ab., a m. 4200 s. m., nel cuore di un altipiano desolato e battuto dai venti. Nell'Alasca, ai primi del sec. XX, in una landa gelata, con temperatura media annua di −7°, dove regna una notte continua di 3 mesi, è sorta Dawson City, solo per lo sfruttamento dei ricchi giacimenti auriferi del sottosuolo. Il rapido aumento della popolazione, durante il sec. XIX, nel Vittoria e nella Nuova Galles del Sud si deve, come è noto, alla scoperta dei giacimenti auriferi australiani. Analogamente nel desolato altipiano della Chauia del Marocco occidentale, dove la scarsezza delle precipitazioni annue (meno di 300 mm. annui) e la natura carsica del suo suolo calcareo non permettono nemmeno un nomade pascolo magro, s'iniziò nel 1920, lo sfruttamento di giacimenti fosfatici, che diedero luogo, in pochi anni, al formarsi della città mineraria di Kuriga, che conta oltre 7.000 abitanti delle più diverse razze, (berberi, italiani, spagnoli, francesi, tedeschi) e possiede numerose officine, ferrovie di servizio, dimore, magazzini ecc., ed è allacciata da una ferrovia di 140 km. al Porto di Casablanca.

Da noi in Italia lo sfruttamento autarchico dei combustibili fossili ha fatto sorgere in pochi mesi città complete, come Arsia nell'Istria, e Carbonia in Sardegna, dove prima le scarse erbe erano brucate appena da pochi ovini.

Nei rapporti tra il mondo minerale e l'uomo si ha una economia distruttiva al massimo grado, giacchè i prodotti minerali, una volta utilizzati, nella loro quasi assoluta totalità, non possono essere ricostituiti, nè dall'uomo, nè dalla natura, se non in tempi geologici.

Nel Mondo si calcola vi siano circa 8 mil. di uomini dediti alla attività mineraria, ma tale numero, di per sè non eccessivo, appare anche più piccolo in rapporto alla grande importanza che i prodotti del sottosuolo hanno assunto nella vita dei popoli moderni. L'attività mineraria, richiede numerosa mano d'opera, che si addensa su poco spazio ed è tutta dedita al lavoro minerario, trascurando qualsiasi attività agricola o produttrice di generi alimentari, di vestiario ecc. In conseguenza la popolazione dei centri e distretti minerari è essenzialmente consumatrice, e richiede l'importazione, dal di fuori della regione, di masse ingenti di prodotti alimentari e di consumo. Ne deriva che i centri minerari sono mercati di sbocco e di consumo di prodotti agricoli ecc. ed esportatori di prodotti minerali.

L'attività mineraria — che utilizza e trasforma i prodotti e le forze della natura, in modo tanto più completo, quanto più progrediti sono i mezzi tecnici adoperati — è oggi sviluppata sopratutto nelle regioni minerarie abitate dalle razze e dai popoli più progrediti, giacchè solo l'intelligenza e la volontà umana possono porre in efficienza le ricchezze latenti della natura, che altrimenti rimangono inutilizzate, quali riserve per le civiltà avvenire. Così i grandi giacimenti carboniferi dell'interno della Cina, quelli metalliferi del Congo e delle zone andine solo in parte e recentemente, cominciano ad essere sfruttati dalla colonizzazione bianca, che impiega però mano d'opera di colore.

La devastazione mineraria tende a fissare numerose masse umane in limitate e precise località, il cui paesaggio naturale è profondamente trasformato da questa intensa attività. Ma nella sua forma rudimentale, può assumere l'aspetto anche di raccolta spontanea degli affioramenti minerari di superficie, come avviene presso i popoli primitivi e come si verifica anche quando la scoperta fortuita di campi auriferi o diamantiferi attira e concentra ingenti masse di avventurieri, di ogni razza e civiltà, che per avidità di guadagno accorrono a popolare temporaneamente regioni magari desertiche ed inospiti, con profonde conseguenze raziali e demografiche di grande importanza geografica. Si pensi ai campi auriferi dell'Alasca o a quelli dei deserti dell'Australia occidentale.

Ma l'esaurimento dei giacimenti minerari può dar luogo anche ad uno spostarsi di masse umane da una zona ad un'altra; perciò gli insediamenti umani nei distretti minerari presentano una minore stabilità degli insediamenti agricoli.

Così è avvenuto nelle zone aurifere della California, esauritesi verso la fine del sec. XIX, e della cui passata attività rimangono tracce nei residui delle escavazioni, nei ruderi delle officine, nei paesi minerari in buona parte ormai abbandonati. L'abbandono può avvenire anche molto rapida-

mente, come in molte città argentifere del Messico dopo [illegible] se-
lo XVII, o recentemente in alcune città petrolifere del Texas e della Pen-
silvania, dove l'esaurimento dei pozzi di petrolio provocò [illegible] degli im-
pianti e della popolazione.

Lo sfruttamento minerario può provocare anche stabili occupazioni del suolo, perchè la popolazione mineraria spesso rimane in parte sul posto e si trasforma in popolazione agricola, quando le miniere sono esaurite. Così nel Minas Geraes (Brasile), nella Nuova Galles del Sud (Australia), ecc.

Fenomeno dunque, quello minerario, di grande valore geografico, così dal punto di vista demografico che morfologico, sulla superficie terrestre, ma limitato nello spazio e spesso transitorio, con manifestazioni spaziali spesso grandiose, ma variabili col tipo di sfruttamento e grado di attrezzatura tecnica.

§ 150. — L'ATTIVITÀ ECONOMICA MINERARIA. — Dei minerali che l'uomo utilizza alcuni, come il sale, si trovano disciolti nelle acque marine, e vengono raccolti nelle *saline*; altri affiorano alla superficie del suolo e sono utilizzati con *cave* all'aperto; infine altri ancora si trovano nell'interno delle rocce che costituiscono la crosta terrestre e si estraggono da *miniere* scavate nel sottosuolo. Ognuna di queste varie forme di sfruttamento minerario, richiedendo l'impiego di mano d'opera specializzata e particolari modalità, assume una propria localizzazione, connessa con l'esistenza dei giacimenti, ed imprime una varietà di tracce topografiche sulla superficie del Globo.

A) *Le saline*. — Il cloruro di sodio, essendo parte integrante del plasma sanguigno, è uno degli elementi nutritizi indispensabili per la vita degli uomini, specie per quelli che hanno una alimentazione prevalentemente vegetale. Per questo la ricerca e il consumo del sale sono stati sempre assai intensi, fin dall'origine dell'umanità. Dapprima le popolazioni marittime hanno imparato ad estrarre per proprio uso il sale disciolto nel mare, raccogliendo l'acqua salata e facendola evaporare al sole. Poscia tale prodotto usarono come oggetto di scambio e commercio con le popolazioni delle regioni interne, lontane cioè dalla fonte praticamente inesauribile di sale.

Ma non tutti i mari presentano la stessa opportunità di produzione del sale, nè tutte le coste si prestano ugualmente bene a tale raccolta. Generalmente sono più adatti i mari tropicali, perchè hanno una maggiore densità salina e godono di più lunghi periodi d'insolazione, necessari alla evaporazione dell'acqua per la raccolta del sale; inadatte invece sono le coste degli oceani equatoriali a piogge continue e quelle a stagioni piovose di tipo monsonico, perchè le troppo abbondanti precipitazioni ritardano l'evaporazione e ridisciolgono il sale già raccolto.

D'altro lato soltanto le spiagge basse sabbiose di mari a piccole maree si prestano a scavare nelle arene delle leggere depressioni, chiuse da arginelli, nelle quali si fa entrare un velo di acqua marina, che il calore solare fa poi lentamente evaporare, mentre il sale si deposita sul fondo (*saline*).

Ne deriva che, nell'Antico Continente, soltanto alcuni litorali del Mediterraneo (come nella Sicilia, nella Puglia, nell'Istria, del Mar R[illegible] Costa dei Somali (Dante presso Capo Halun), dell'Arabia, del G. Persico, del G. Arabico, del M. Caspio ecc., furono usufruiti a questo scopo, fin dalla più remota antichità; mentre mancarono e mancano di saline i mari poco salati dell'Europa settentrionale e le spiagge a clima umido oceanico. Così si dica per i litorali atlantici dell'America del Nord, dove il limite delle saline marittime raggiunge appena il C. Hatteras, sul 35° parallelo N.

Da questa necessaria localizzazione delle saline deriva il [illegible] traffico del sale. Infatti da queste zone marittime, il sale viene portato verso le regioni settentrionali e quelle interne di continenti, e tale traffico ha dato luogo fin dalla preistoria, a « vie salarie », che ebbero grandissima importanza nei primitivi rapporti fra popoli e perfino nella diffusione e mescolanza di razze e di civiltà diverse, come ci è attestato dai rilevamenti archeologici. Anche oggi la produzione del sale marino dà luogo ad un vivace commercio di esportazione, sopratutto verso i paesi sovrapopolati e quindi forti consumatori, come l'India, e verso quelli nordici, dove la richiesta del sale è accresciuta dai bisogni dell'industria del pesce salato.

La raccolta del sale marino ha carattere intermittente e stagionale, perchè vi sono stagioni, come quelle piovose, o da noi quelle invernali, che non si prestano al lavoro delle saline. In conseguenza le popolazioni dedite al-

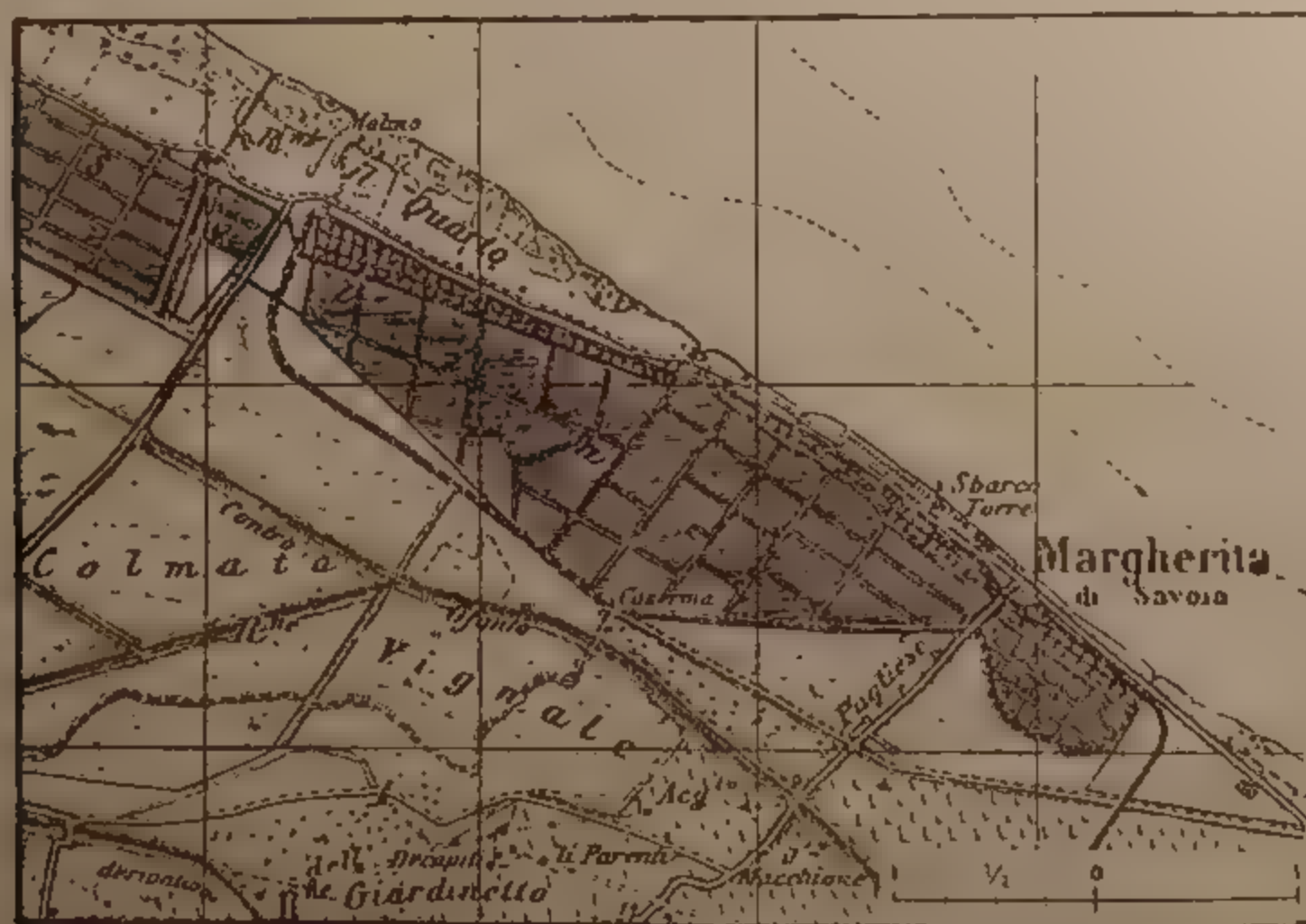



Fig. 160. — Saline di Margherita di Savoia in Puglia
(dai tipi dell'I. G. M., f. 165-III, Trinitapoli).

l'attività salinare hanno dei periodi di disoccupazione, in cui si dedicano alla pesca e al lavoro dei campi: esse quindi sono alternativamente, salinari, pescherecce ed agricole.

Il lavoro delle saline lascia sempre sul suolo ampie tracce topografiche, poichè richiede vasti specchi d'acqua salata, divisi da una rete regolare di arginelli, di canali, di strade, e provoca la costruzione di chiuse, di ma-

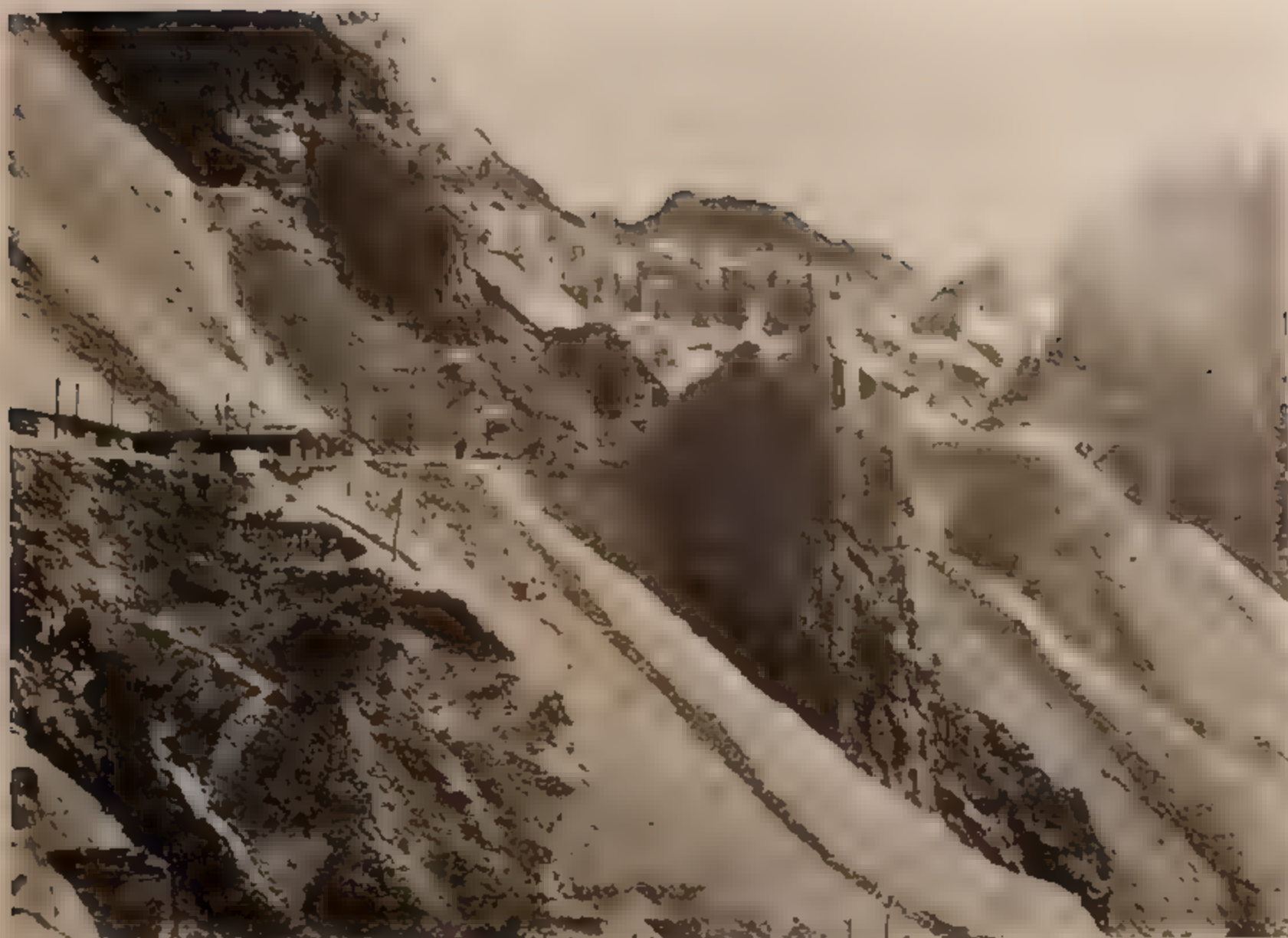



Fig. 37 - Cave di marmo nelle Alpi Apuane

Fig. 38 - Centrale elettrica di Grossotto in Valtellina

Fig. 39 - Capanna cilindrica abissina (tucul)

Fig. 40 - Casa alpina in Val d'Aosta

gazzini di ricovero e depurazione del sale, e di enormi depositi che ... regioni più secche, sono allo scoperto. Per questo le saline sono un elemento caratteristico del paesaggio costiero di determinate regioni (fig. 100 ...

Anche i depositi minerari di *salgemma* — residui dell'evaporazione di antichi bacini marittimi e compresi in rocce di varia età geologica — sono sfruttati dagli abitanti dell'interno dei continenti, ma in modo diverso a seconda della posizione dei giacimenti e del grado della tecnica estrattiva. Gli indigeni africani raccolgono soltanto le parti superficiali dei depositi di sale, come avviene attorno al L. ...dolfo, nei depositi della Dancalia e di Bilema nel Tibesti, dove cubi o pani di sale servono da moneta, nel piccolo commercio. La estrazione del salgemma assume invece importanza e tecnica di una vera industria mineraria, con ampi stabilimenti e numeroso personale specializzato, fra le popolazioni più civili, che sfruttano metodicamente vasti giacimenti, come quelli della Sicilia, della Toscana, del Salisburghese, della Galizia polacca ecc.

B) *Le cave.* — L'uso dei materiali rocciosi affioranti alla superficie del suolo e che si ottengono dalle *cave* — siano essi *materiali da costruzione*, come le pietre da taglio o da ornamentazione (graniti, gneis, porfidi, arenarie, calcari, marmi, tufi ecc.), o *materiali cementizi* (calcari, marne, gessi) o *materiali da laterizi*, come le argille, che devono essere sottoposti ad una forma di cottura — è proprio soltanto delle razze che hanno raggiunto un certo grado di civiltà, perchè richiede una mano d'opera specializzata, la quale può trovarsi soltanto presso popoli in una fase progredita di sviluppo civile.

Lo sfruttamento di rocce di superficie, sopratutto per quanto riguarda la costruzione di dimore e di difese, manca ancor oggi presso i popoli delle regioni, in cui la roccia solida e compatta è ricoperta da un abbondante strato di terreno di alterazione, come la laterite delle zone tropicali o il loss di quelle boreali, o da un potente mantello di materiali alluvionali, come nelle estese pianure alluvionali.

In queste regioni gli uomini, fin dall'antichità, nelle costruzioni di templi e di dimore, si servirono di laterizi (mattoni cotti al sole) come nella Mesopotamia. Invece i popoli civili, insediati in zone aride, desertiche o predesertiche, come quelle delle zone subtropicali, dove i materiali rocciosi affiorano nudi alla superficie, già in tempi antichissimi ne fecero largo uso per la costruzione di templi, palazzi, fortezze. I materiali da costruzione, in tali casi, sono ricercati in posto e solo più tardi e sporadicamente furono trasportati anche da lontano; cosicchè lo stesso aspetto esterno delle costruzioni riflette spesso la natura litologica dei materiali locali (rocce calcaree, cristalline, argillose ecc.).

Le prime civiltà neolitiche, dal Baltico al Mediterraneo, innalzarono *dolmen* e *menhir*, quelle della Siria, di Creta, dell'Egitto, come pure quelle degli Atzechi e degli Incas (civiltà precolombiana) sugli altipiani del Messico e del Perù, lasciarono tracce imperiture della loro capacità tecnica nei monumenti costruiti con materiali scavati in posto.

Anche oggigiorno in Europa, per le condizioni di ambiente geologico e climatico, l'attività dei *cavatori* è propria delle popolazioni mediterranee, la cui mano d'opera specializzata è richiesta anche nei paesi settentrionali. E ciò tanto più, che il non facile lavoro del cavatore ha, per la sua stessa natura, una tradi-

...sina (tucul)

zione locale, e dà luogo a nuclei tipici di popolazione insediata in particolari e delimitate regioni (come per i graniti in alcune vallate delle Alpi, per i marmi nelle Apuane ecc.) e hanno dato luogo ad interessi collettivi espr... o dall'Antichità e dal Medio-evo, da particolari organizzazioni sindacali (... tribù società, ecc.) di *maestri lapicidi*, come i famosi Maestri Comacini popolazioni la quale, se viene a cessare il lavoro di cui vive, difficilmente può essere assorbita o spostata altrove.

Il lavoro delle cave si manifesta con tracce topografiche assai evidenti sulla superficie terrestre. Si tratti di materiali da costruzione o di altri minerali scavati all'aperto, la cava richiede sempre un lavoro preliminare di sbancamento della superficie del terreno, per porre allo scoperto la « roccia viva ». Ciò impone il trasporto, talora ingente, di masse di materiali in zone vicine; mentre lo stesso scavo della roccia utilizzata dà luogo, a sua volta, ad un notevole movimento di masse rocciose e ad enormi accumuli di detriti, che possono sensibilmente modificare le forme di dettaglio locale.

Esempio classico di tali modificazioni sulle superficie terrestre, compiuta da questa attività umana, è dato dalle cave di marmo delle Alpi Apuane, dove gli enormi accumoli dei « ravaneti » sotto le cave, già in attività da più di un mil-

Fig. 161. — Degradazione della morfologia locale dovuta alle cave di marmo nelle Alpi Apuane (dai tipi dell'I. G. M., f. 96-III-NE, M.te Sagro)

lennio, biancheggiano di lontano e danno un particolare carattere al paesaggio di questa catena montuosa (fig. 161). Fu calcolato (Sestini), che la degradazione locale operata dall'uomo, nel corso dei secoli, nelle cave di marmo delle Apuane è stata, nell'area di maggiore intensità dell'industria marmifera, molto più intensa di quella dovuta alle acque correnti, mentre si aggira forse ad 1/3 o a 1/2 di quella delle acque correnti nell'intero gruppo apuano.

C) *Le miniere.* — A differenza delle cave — nelle quali le rocce, di solito in ammassi [illegible] potenti, si utilizzano [illegible] terrestre con l'impiego di una particolare tecnica per lo [illegible] tipo di roccia (marmi, [illegible]), e con [illegible] della mano d'opera specializzata — nelle *miniere* invece si estraggono dal sottosuolo per lo più minerali metalliferi (di ferro, di rame, di stagno, di piombo, di zinco ecc.) — del carbone che ha caratteri tutto speciali verrà trattato in seguito — i quali si presentano in formazioni particolari. Si tratta cioè di *dicchi* e *filoni* più o meno potenti ed inclinati, formatisi per intrusioni di materiali magmatici o di acque termali, attraverso a fessu-

Fig. 162. — La miniera di piombo e zinco di Monteponi in Sardegna (dai tipi dell'I. G. M., f. 233-IV-NO, Iglesias)

razioni di altre rocce, le quali alla lor volta hanno subito per contatto modificazioni di costituzione (*ganga*).

Per accedere a tali filoni devono essere scavati pozzi, gallerie, discenderie ecc., costruzioni cioè tecnicamente assai simili per ogni sorta di minerale e che richiedono quindi una minore specializzazione della mano d'opera, la quale può migrare da una miniera ad un'altra con relativa facilità.

Nelle località minerarie viene a formarsi perciò tutto un mondo sotterraneo, costituito da centinaia di metri di pozzi, da chilometri di gallerie, da decine di « attacchi » di scavo, che crivellano il sottosuolo. Il

lavoro dei minatori, nell'oscurità, è continuo, pesant[illegible]
alla superficie si ha un addensamento della popolazione pe[illegible]
gli imbocchi dei pozzi stessi, attorno ai quali si [illegible] di
sollevamento delle discenderie [illegible], i servizi di tr[illegible]
to (fig. 162) e si agglomerano le abitazioni dei mi[illegible]
terranea è solo temporanea, per alcune ore al giorno [illegible]
za degli imbocchi delle miniere, si trovano le [illegible]
in posto del minerale (*trattamento*), cioè all'attività mineraria si a[illegible]
quella industriale. In molti casi infatti, regioni minerarie e regioni indu-
striali sono associate sul Globo e complementari fra loro come in Lorena
e nel Bacino renano.

Fig. 163. — Insediamento minerario e industriale nel bacino della Ruhr.

Le zone minerarie-industriali, presentano spesso un paesaggio tutto particolare, poichè le aree occupate dalle associazioni vegetali spontanee e quelle poste a coltura, si riducono enormemente, per far posto alle vaste costruzioni dei centri minerari, dove si addensa una popolazione consumatrice, i cui bisogni vitali vanno soddisfatti con le importazioni dal di fuori.

Esempio grandioso di tali trasformazioni odierne è dato dal bacino della Ruhr, nella regione renana, dove il mantello continuo di foreste è quasi del tutto scomparso e sostituito da opifici industriali (fig. 163). Anche in passato, le piccole industrie siderurgiche e meccaniche si addensavano presso le limitate miniere ferrifere, come nell'alta Valsassina, dove le ferriere utilizzavano, per farne fil di ferro e chioderie, le ottime ma scarse sideriti locali; mentre oggi si hanno alcune localiz-

razioni tanto intensive, la [illegible] - Sudbury nell'Ontario (Canada) [illegible] la produzione [illegible] quella mondiale.

Diverso è l'addensamento umano nelle zone minerarie delle materie preziose (oro, platino, diamanti ecc.), che si trovano di solito in alluvioni antiche. Le concessioni di sfruttamento, spesso sono date a singoli che a

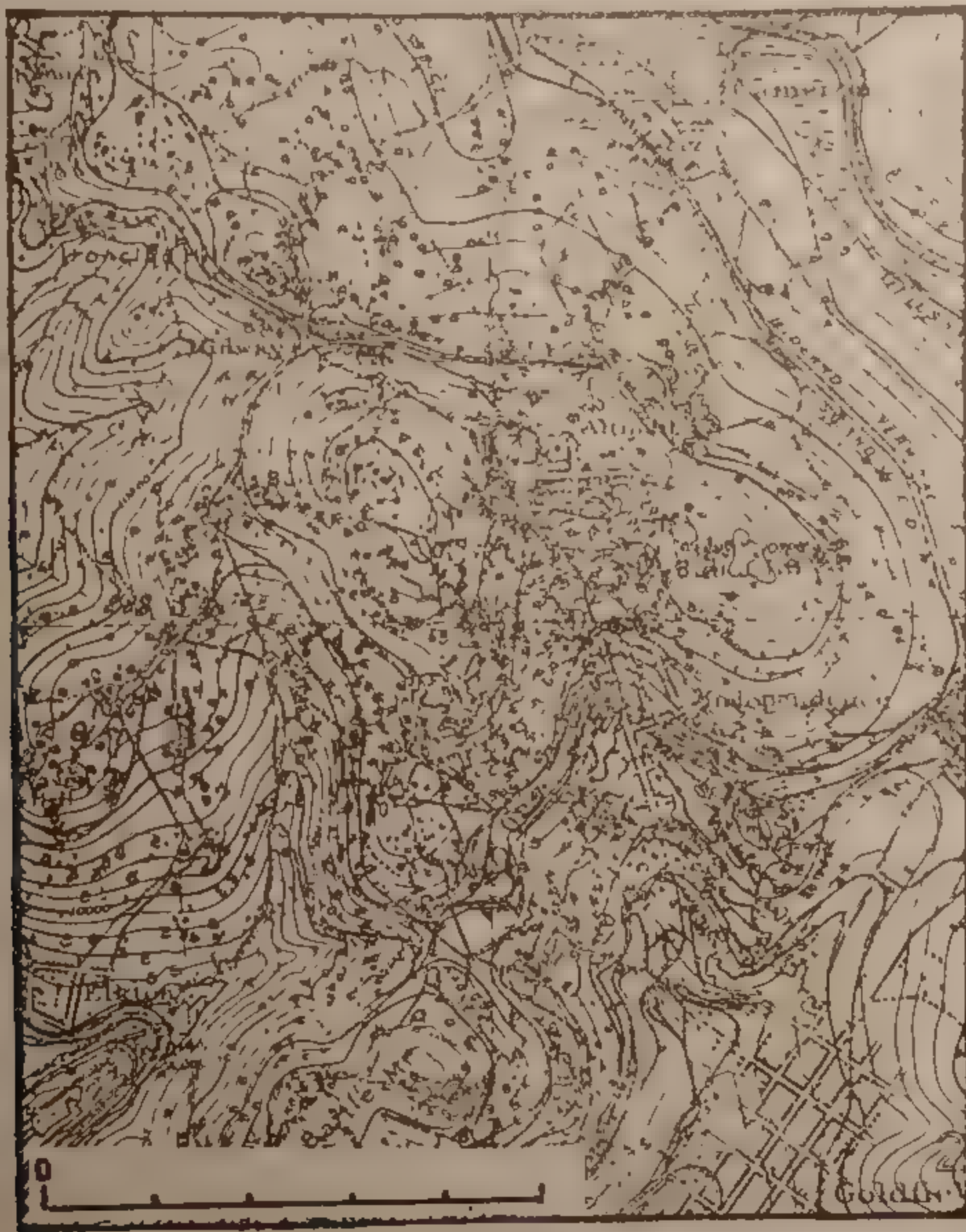



Fig. 164. — Insediamento minerario sui campi auriferi di Cripple Creek nel Colorado (dalla carta topografica dell'« U. S. Geological Survey », Colorado, Cripple Creek Special Map.).

loro rischio e pericolo, smuovono, trasportano, crivellano terriccio e ciottoli scavando veri imbuti nel terreno nella ricerca affannosa e disordinata delle pipite aurifere o di pietre preziose. Se la fortuna non assiste, se vana riesce la ricerca, la massa dei cercatori, spesso veri avventurieri, abbandona il terreno, che viene concesso a nuovi venuti; in tali casi la popolazione mineraria è sempre variabile ed oscillante.

Anche i metodi di ricerca hanno caratteri geografici diversi: qu[illegible] e saltuari, che si usano ancora da noi nelle alluvioni di fiumi alpini (Dora Balt[illegible] Orco, Sesia, Ticino ecc.) non creano una maestranza specializzata e localizzat[illegible] non lasciano traccie topografiche sul suolo. I metodi più progrediti, in u[illegible] « campi auriferi » del Transvaal e del Colorado, col dilavamento a getti d[illegible] delle antiche alluvioni, con lo scavo di profondi pozzi e con la ce[illegible] nica del materiale, hanno lasciato un particolare aspetto di dispers[illegible] di scavo, che sono localizzati per punti. A Cripple Kreek, nel Colorado, dop[illegible] nel 1891, fu cominciato lo sfruttamento di quelle alluvioni, un terreno deserto, ars[illegible] dal sole, venne crivellato da migliaia di pozzi, di fori di sondaggio, di scavi di assaggio, che hanno lasciato il suolo butterato da migliaia di crateri [illegible] limite dei terreni auriferi andavano sorgendo città improvvisate di ricoveri e capanne, anch'esse instabili, come le masse operaie che vi abitavano (fig. 164)

§ 151. — LO SFRUTTAMENTO PRODUTTIVO DELLE FORZE NATURALI. — Appena gli uomini giunsero a forme superiori di civiltà cercarono di usare le forze spontanee della natura, sia come energia motrice, in sostituzione ed in aiuto delle fatiche muscolari umane ed animali di trasporto e di lavoro, sia come fonti di energie fisico-chimiche per la trasformazione di alcune materie prime, sopratutto minerali, in prodotti utilizzabili (*manufatti industriali*).

Si adoperarono dapprima le forze naturali del *vento* e delle *acque correnti*, poi quelle dell'*energia termica* ed *elettrica;* queste ultime hanno preso il sopravvento presso le popolazioni moderne ad elevato sviluppo tecnico. Le forze naturali accennate, che possono essere considerate praticamente inesauribili, non sono ugualmente distribuite sulla superficie terrestre e quindi varie sono le possibilità e le forme dello sfruttamento, per cui ne derivano varietà di impianti e quindi diversi modi di vita e di intensità di insediamento umano, nelle varie regioni del Globo.

La utilizzazione di queste forze naturali, che può essere fatta solo per mezzo di impianti tecnici complessi, compare relativamente tardi nella storia dell'umanità, ed anche oggi — se si toglie l'uso del vento per facilitare i trasporti sulle acque fluviali e marine — si può dire che questo sfruttamento è quasi ignorato fra i popoli primitivi.

L'uso di macchine che utilizzano le forze naturali risale a molti secoli a. C. nella Cina, dove sappiamo che sui fiumi funzionavano ruote idrauliche. Filone di Bisanzio, nel III sec. a. C., descrive una « ruota aquaria » che sollevava le acque. Strabone, nella sua « Geographia », parla di un mulino a forza idraulica, che funzionava nella reggia di Mitridate, re del Ponto, nel 90 a. C., Vitruvio descrive una macina mossa dall'acqua, nel 24 a. C., ed è noto che, al tempo di Augusto, si avevano in Roma numerosi mulini a forza idraulica e che recentemente a Pozzilli, presso Venafro (Campobasso), furono trovate impronte di ruote idrauliche mentre « folli » per battere panni di lana a forza d'acqua, furono introdotti nel basso Impero, in sostituzione della mano d'opera degli schiavi, e diedero sviluppo alle prime industrie laniere dell'alto Medioevo.

Un progresso gigantesco, anzi una vera rivoluzione industriale è legata all'impiego della energia termica del carbon fossile per uso siderurgico e metallurgico, introdotto nel sec. XVIII. Da allora si venne capovolgendo tutta la tecnica industriale dei popoli civili; diventò possibile lo sfruttamento di tutte le risorse naturali di forze latenti (acque, combustibili solidi e liquidi, elettricità ecc.) e si

sviluppò l'economia industriale moderna, la quale tanta influenza ebbe nel [illegible] ficare il modo di vita economica di molti popoli civili, prima quasi es[illegible] agricoltori, con notevoli riflessi anche geografici, specialmente sulle forme e sulla densità del popolamento.

L'odierno sfruttamento delle forze naturali ad uso industriale [illegible] luogo sopratutto a notevoli addensamenti di popolazione che è stata richiamata verso i luoghi di utilizzazione delle energie naturali (*distretti industriali*), e dove si è fissata con densità che possono raggiungere i [illegible] ab. per kmq. (nord e centro dell'Inghilterra), i 300 ab. (regione [illegible] belga-wesfaliane e zona industriale dell'Alta Italia) e i 250 ab. (Slesia).

Come si comprende queste masse di popolazione, fortemente consumatrici, vivono in grossi nuclei abitati, che si accentrano e si moltiplicano lungo alcune direttrici geografiche (corsi d'acqua, giacimenti carboniferi ecc.), per cui le regioni industriali assumono particolare aspetto topografico, in contrasto colle zone agricole contermini, le quali, di solito, rimangono scarse di braccia e non possono, anche per questo, bastare ad alimentare le popolazioni industriali. In conseguenza nelle zone industriali si verifica una intensa circolazione di merci, perchè i centri industriali, con la loro numerosa popolazione e con le loro fabbriche, assorbono enormi masse di prodotti alimentari e di materie prime, mentre esportano grandi quantità di manufatti.

Queste correnti interne di traffici a loro volta si iscrivono sul suolo, con strade e mezzi di trasporto (vie d'acqua, ordinarie, ferroviarie ecc.) che dànno un paesaggio geografico caratteristico a questi distretti, che sono propri delle zone temperate, abitate da genti del gruppo razziale europide, in contrasto col paesaggio delle zone tropicali, dove prevale lo sfruttamento di materie prime vegetali.

A) *Il vento.* — L'utilizzazione della forza propulsiva del vento — lasciando da parte quella fatta dalla navigazione velica, ora del resto in continuo regresso, — è possibile soltanto nelle regioni dove spirano venti perenni e di una certa forza, capaci di dare movimento continuo a ruote ad ali, per produrre un determinato lavoro. Solamente quindi sulle coste marittime delle zone temperate a regime di venti costanti — quali i litorali europei dell'Atlantico e del Mare del Nord, su cui soffiano durante l'anno i venti di Ovest, come nella Galizia spagnola, nella Bretagna e in Olanda, oppure sulle coste californiane dell'America del Nord e della Cina monsonica meridionale — la costanza di queste correnti aeree viene adoperata da secoli con i noti *mulini a vento*, sia per macinare i cereali, che per sollevare le acque dalle zone depresse.

Recentemente, con più moderni e sensibili *aeromotori*, tale utilizzazione, impiegata sopratutto ad attivare pompe a scopo irriguo, si è diffusa anche nelle zone continentali e steppiche, per quanto il numero degli impianti sia relativamente scarso. Così si è introdotto l'impiego di aeromotori nelle zone predesertiche dell'Africa mediterranea, nelle steppe dell'Australia orientale, nelle « pampas » argentine ecc. Ma questa utiliz-

zazione, se dà luogo ad un caratteristico paesaggio regionale (es. Olanda), non assume quasi mai una vera importanza geografica, non influendo nè su speciali modi di vita, nè di solito su una particolare distribuzione delle masse umane.

B) *Le acque correnti*. — Ben diverso valore geografico hanno le acque correnti, come fonti di energia a scopo industriale. Sopratutto i salti d'acqua, dovuti ai dislivelli dei corsi torrentizi delle vallate montane, sono stati da secoli utilizzati dalle popolazioni civili, per ottenere forze di lavoro. In tutte le regioni montane delle zone climatiche a precipitazioni uniformi durante l'anno, come quelle delle medie latitudini, e con corsi d'acqua a regime fluviale costante o quasi, le popolazioni hanno da secoli usufruito delle cadute d'acqua con l'impianto di ruote idrauliche.

La prima utilizzazione è stata quella per la macinazione dei cereali (*mulini*), che si trovano ancor oggi disposti a catena lungo uno stesso torrente, e usufruiscono quindi della medesima corrente idraulica in più salti successivi, come avviene in molte vallate di tutte le regioni montuose d'Europa. Anche nei corsi d'acqua di pianura, sono installati mulini galleggianti ancorati, con enormi ruote idrauliche, che usufruiscono del lento ma possente moto delle grandi masse d'acqua, come avveniva, fino a poco tempo fa, sull'Adige attorno a Verona.

Altra estesa utilizzazione delle forze idriche, è fatta dalle *segherie* di legname, che trasformano, sul posto, i tronchi d'albero delle foreste d'alto fusto in tavolame di più facile trasporto. Ciò dà luogo ad una industria assai diffusa e nettamente localizzata, nelle regioni montuose boschive d'Europa, d'Asia e d'America.

Fin dall'alto Medioevo sorsero, nelle regioni montane, e per opera sopratutto di ordini religiosi, gualchiere, magli per ferro, cartiere e lanifici; cosicchè, fino a tutto il sec. XIX, le vallate montane, delle regioni settentrionali, a piogge uniformi, localizzarono i piccoli opifici, divenendo sia pure parzialmente, regioni industriali.

Ma data la piccolezza dei salti d'acqua sfruttati e la poca forza ricavata con mezzi tecnici rudimentali (ruote a pale, turbine in legno ecc.), queste industrie avevano in gran parte carattere domestico o di *piccole industrie* locali a servizio di una ristretta comunità, occupando solo poche braccia con limitati accentramenti della popolazione locale, che però in maggioranza continuava la sua attività agricolo-pastorale.

Con la introduzione, dopo la metà del sec. XVIII, delle prime macchine, sopratutto tessili, gli opifici andarono ingrandendosi, e pur conservando la loro originaria localizzazione lungo i corsi d'acqua montani, richiesero la costruzione di *chiuse*, *rogge*, *canali*, *condotte d'acqua* e allineamento di *edifici industriali*, che aggiunsero particolari elementi topografici e modificarono, in parte, la selvaggia solitudine di alcune vallate alpestri.

Esempio tipico di questo particolare accentramento [illegible] nelle Valli Bergamasche (Valli Brembana, Seriana [illegible]) [illegible] nella località Gandino sul T. Romna, affluente di sinistra del Serio, [illegible] ra si era venuta sviluppando, fin dal sec. XII, per opera degli Umiliati [illegible]. Dopo alterne fasi secolari di floridezza e decadenza, fra il [illegible] si concentrarono numerosi opifici, che sfruttano le acque del torrente raccolte dalla

Numero	Industria	Progress. parz. m	Caratterist.
1	Lanificio	0	salto m 6
2	Lanificio	270	salto m 5
3	Lanificio	320	salto m 5
4	Molino da grano	40	salto m 3
5	Tintoria	15	una bocch.
6	Tintoria	10	una bocch.
7	Tintoria	10	una bocch.
8	Molino da grano	10	salto m 2,5
9	Tintoria	10	due bocch.
10	Filatura	15	salto m 3
11	Tintoria	15	una bocch.
12	Gualchiera	95	salto m 5
13	Molino da grano	30	salto m 3,5
14	Lanificio	20	salto m 3
15	Lanificio	200	salto m 3
16	Gualchiera	90	salto m 3
17	Gualchiera	320	salto m 3
18	Gualchiera	15	salto m 3
19	Filatura	70	salto m 3

Fig. 165. — Allineamento di opifici, lungo il T. Romna presso Gandino, nelle Valli Bergamasche. (da Mauro).

Roggia Concossola, sulla quale, su uno sviluppo di m. 1555, si contano ben 19 opifici (16 dei quali lanieri), ma di potenzialità limitata, perchè ognuno dispone di caduta d'acqua di portata modesta (litri 250 al secondo in magra, e litri 450 in morbida).

Soltanto col sorgere della *grande industria* — che con l'aiuto di potenti macchine e con mano d'opera specializzata e riunita in grandi opifici, produce in serie manifatture a prezzo conveniente a disposizione di un largo consumo — si verificò uno spostamento degli impianti industriali

e i grandi opifici sorsero nelle maggiori vallate lungo i [illegible] d'acqua o nelle zone pedemontane, raccogliendo con [illegible] particolari bacini di raccolta e condotte forzate, le energie idrauliche di un intero bacino fluviale, usufruendole con salti notevoli e [illegible] perfetti (*turbine metalliche*).

Così, alla fine del sec. XIX, vennero sviluppandosi i grandi stabilimenti industriali, che richiamarono una mano d'opera specializzata, anche dal di fuori della regione dove si trova l'opificio, e si ebbero così notevoli spostamenti di masse operaie, con addensamementi locali di popolazione e profonda trasformazione del modo di vita primiero, trasformazione che si manifesta nel tipico paesaggio industriale, con ampie *vasche di raccolta* delle acque, *condotte metalliche* forzate, grandiosi *opifici* di lavoro, nuovi *villaggi industriali* a pianta regolare, in opposizione con i vecchi centri paesani. E spesso tale localizzazione industriale, per i capitali impiegati e per la tradizione della manovalanza, rimase anche quando nuovi mezzi di produzione e di trasporto di energia (forza elettrica) avrebbero consigliato alle industrie una diversa localizzazione (fig. 166).

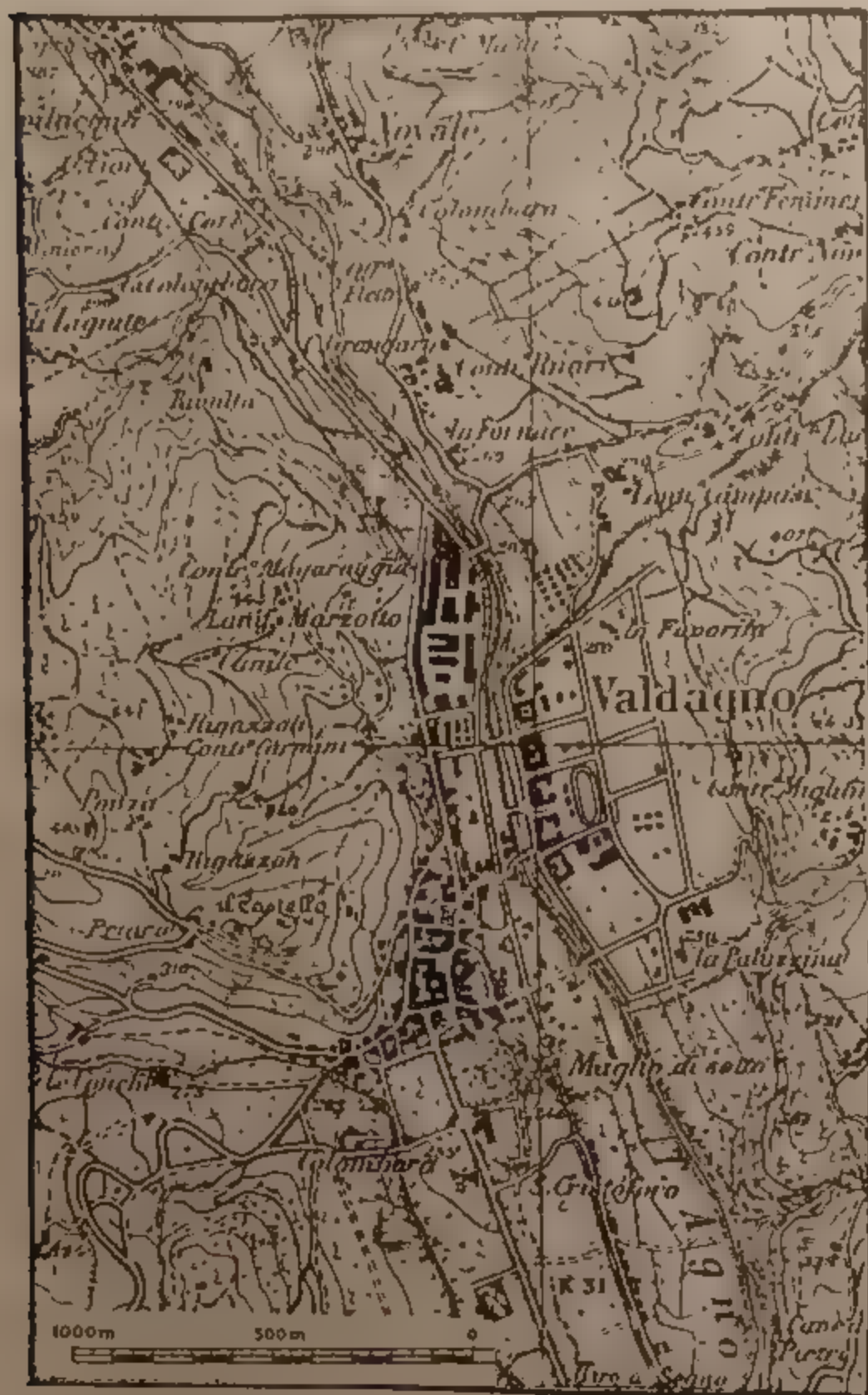



Fig. 166. — Centro industriale di Valdagno (Vincenza). (dai tipi dell'I. G. M., f. 49-I-NO, Valdagno).

Da noi, venne sviluppandosi tutta la ricca zona industriale prealpina del Biellese, del Varesotto, delle Valli Bergamasche e Vicentine, che sono fra le maggiori d'Europa per le industrie tessili; mentre fuori d'Italia si formarono le zone industriali della Svizzera, della Baviera, dell'Austria, della Boemia ecc., attorno alle maggiori catene montuose ricche di acque. Anche negli Stati Uniti d'America, il noto e sviluppatissimo distretto industriale degli Stati atlantici è sorto lungo l'allineamento dei salti o cascate (*fall line*) formate dai corsi d'acqua che scendono dagli Allegani, per superare il gradino o zoccolo con cui il « pedemonte » (*piedmont*) declina sulla pianura costiera.

C) *L'energia elettrica.* — Il valore delle forze idriche venne moltiplicandosi quando, con l'impiego di dinamo e alternatori, poterono trasformarsi in energia elettrica e soprattutto quando questa potè essere trasportata a distanza (linee a corrente alternata e ad alto potenziale).

Per tali applicazioni l'energia idroelettrica (detta anche «carbone bianco») divenne potente rivale del carbon fossile in molte industrie, perchè oltre alla economicità e alla inesauribilità delle forze idriche essa ha il grande pregio di poter essere facilmente trasportata, anche in zone lontane dal luogo di produzione. Anzi per la facilità di distribuzione e per la crescente disponibilità dell'energia elettrica sul Globo, si sono verificate profonde modificazioni sulla localizzazione dei centri industriali e della popolazione operaia in essi occupata.

La produzione idroelettrica mondiale, dal 1913 ad oggi è cresciuta di quasi 20 volte e gli impianti attuali sfruttano il 10% delle riserve idriche della Terra calcolate in 450 miliardi di cavalli a vapore. La produzione idroelettrica spetta per quasi metà al Nord-America e, per più di 3/5 del rimanente, all'Europa Occidentale e Centrale; l'Italia, nel 1938, aveva installato centrali idroelettriche per quasi 4 mil. di chilovat.

Naturalmente anche la produzione idroelettrica è legata alle condizioni naturali dell'ambiente morfologico e climatico. Per ottenere la massima utilizzazione delle acque e per correggere, per quanto possibile, gli inconvenienti causati dalle variazioni stagionali dei corsi d'acqua, si ricorre a vari provvedimenti.

Così, prima di tutto, le acque piovane e quelle provenienti dallo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai vengono raccolte negli alti bacini imbriferi, che con sbarramenti spesso imponenti sono trasformati in laghi artificiali, allo scopo di accumulare enormi riserve d'acqua, che consentano un emungimento, per quanto possibile, costante in ogni stagione. Si operano in tal modo notevoli mutamenti del paesaggio anche morfologico dei rilievi montuosi (nelle sole Alpi italiane attualmente i laghi artificiali rappresentano il 37% di quelli naturali). Da questi laghi scendono le acque in condotte forzate, con dislivelli talora di oltre 300 m., entro tubazioni di acciaio, fino alle grandi centrali idroelettriche (ora anche incavernate nel sottosuolo), le quali spesso sono disposte a catena una sull'altra, lungo una stessa condotta, in modo che le acque, dopo aver lavorato entro i turbo-alternatori delle centrali superiori, sono raccolte e portate nuovamente ad agire nelle centrali sottoposte.

Tutte queste grandi costruzioni, mentre presentano una particolare localizzazione in rapporto alle condizioni morfologiche dei rilievi montuosi, non esercitano notevole influenza sulla distribuzione ed attività della popolazione montana, perchè le centrali di produzione idroelettrica danno lavoro a pochi operai specializzati. Tuttavia la creazione dei grandi serbatoi può indirettamente provocare la diminuzione della attività pastorale, giacchè molti dei laghi artificiali occupano le conche più ricche di pascoli, che meglio si prestano agli invasi delle acque (circhi glaciali, alti bacini di vetta, ripiani entrovallivi ecc.).

Grande influenza sulla installazione degli impianti idroelettrici [illegible] vece il regime pluviometrico dei versanti montuosi [illegible] il [illegible] regime dei corsi d'acqua influisce, ad onta degli artificiali [illegible] colta, sulla costanza o periodicità della produzione idroelettri[illegible] è talora necessario collegare fra loro, con linee di trasporto d[illegible] trica, centrali a regime di lavoro complementare, per ottenere [illegible] stante disponibilità di energia da distribuirsi alle industrie.

Un esempio tipico l'abbiamo in Italia, dove le centrali idroelettriche alpine e quelle appenniniche lavorano con regimi stagionali diversi. Quelle alpine, a causa delle magre notevoli invernali dovute alla forma nevosa delle precipitazioni, hanno produzione ridotta di energia nella stagione fredda, mentre hanno la massima attività durante la morbida estiva, in conseguenza dello scioglimento delle nevi; quelle appenniniche invece, per il regime submediterraneo delle piogge, hanno abbondanza di forza idrica in autunno ed inverno e scarsità estiva. Per questo le grandi stazioni di trasformazione e ridistribuzione dell'energia sono alimentate sia dalle centrali idroelettriche alpine, che da quelle appenniniche e possono garantire così una costante erogazione di forza in tutti i periodi dell'anno.

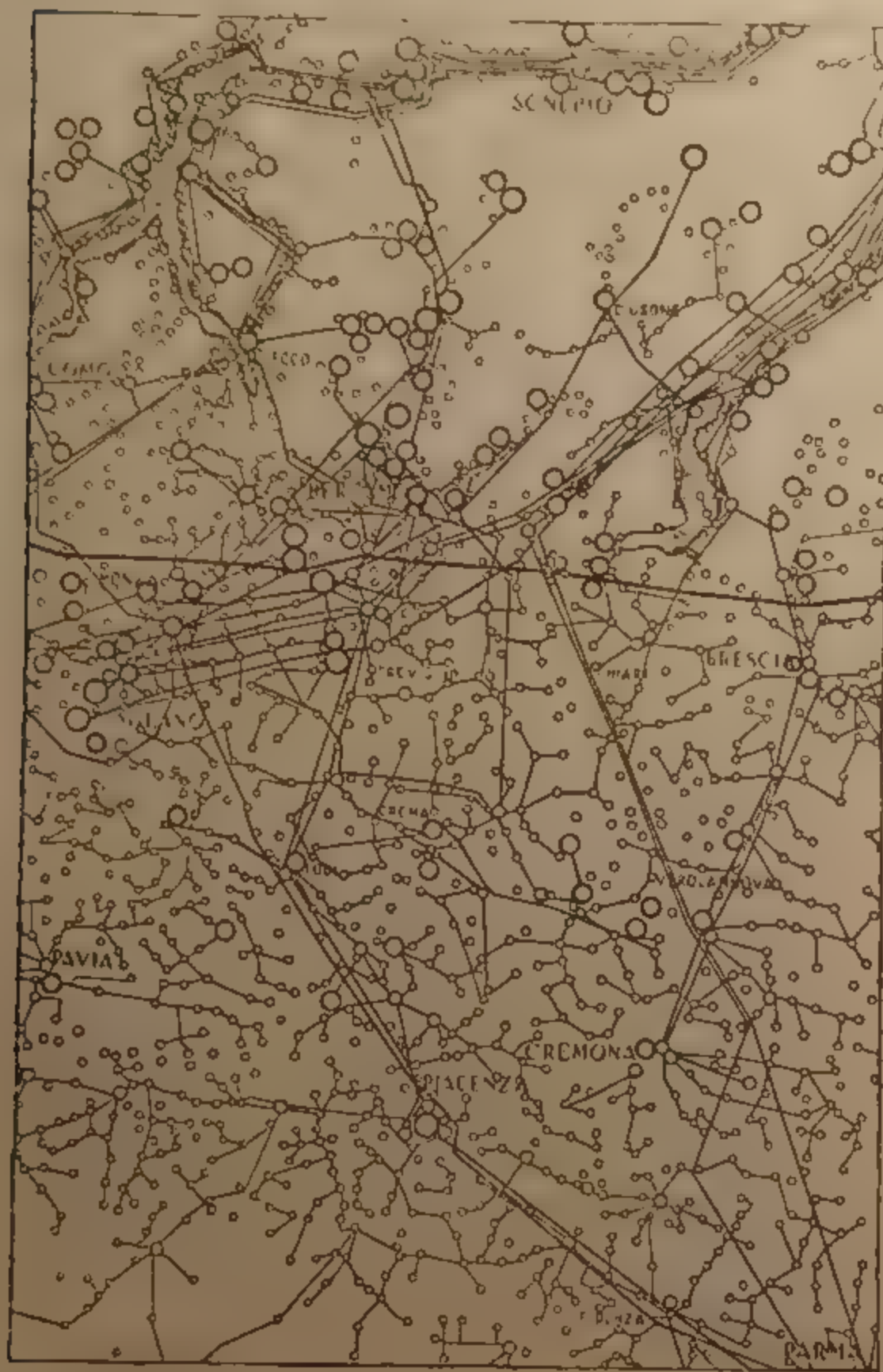



Fig. 167. — Distribuzione di energia elettrica in una zona dell'Italia settentrionale (da Mauro). I cerchi maggiori indicano le centrali e le grandi stazioni di trasformazione, i cerchi minori le cabine di distribuzione.

Lo sviluppo degli impianti e la conseguente disponibilità di energia idroelettrica esercitano profondi riflessi geografici, sopratutto per la possibilità di trasporto a distanza e quindi di estesa e dettagliata distribuzione, in modo che l'energia può giungere fino ai più remoti centri rurali, con una rete quasi capillare di linee elettriche di trasporto, che forniscono elettricità per illuminazione e forza di lavoro (fig. 167). In Italia,

per esempio, la popolazione [illegible] energia elettrica è del [illegible] del totale, con un [illegible] nell'Italia Settentrionale ed un minimo del [illegible] nell'[illegible]

Nelle odierne regioni industriali, con potenti centri di produzione e grandi reti di trasporto di energia elettrica, tra loro [illegible] coprire vastissimi territori, l'ubicazione degli impianti industriali [illegible]

Fig 168. — Trasformazione del centro agricolo di Sesto S. Giovanni in centro industriale, nell'alta Pianura lombarda (dai tipi dell'I. G. M., f. 45-I-SO, Sesto S. Giovanni).

bendo una profonda modificazione, rendendosi questi, per quanto riguarda la forza motrice, quasi indipendenti dalle condizioni fisiche locali. In conseguenza, in moltissimi casi (salvo che per stabilimenti che richiedono erogazioni di energia molto cospicue), la scelta della ubicazione delle officine è meno soggetta alle condizioni geografiche, ed è piuttosto determinata da ragioni economiche, quali la presenza di numerosa mano d'opera, la vicinanza di centri di consumo come le città, o di riforni-

mento di materie prime come i porti, oppure la disponibilità di [illegible]-nomiche di trasporto, come quelle acquee, ferroviarie ecc

Tale vasta distribuzione di energia elettrica rende possibile [illegible] un più largo decentramento degli opifici e della popolazione [illegible], favorendo il sorgere di industrie locali, in regioni per l'addietro completamente agricole. Questo fenomeno si nota in tutti i paesi civili, ricchi di forze idroelettriche, come quelli delle zone temperate, anche nelle regioni lontane da zone montuose, da dove partono le grandi linee elettriche ad alta tensione; così nella Pianura lombarda attorno a Milano (fig. 16[illegible])

Queste linee solcano in tutti i sensi il territorio, e rappresentano anch'esse, con i loro allineamenti di pali a traliccio di ferro e le loro campate di fili metallici, un elemento tipico dei nuovi paesaggi industriali.

La Francia, la Germania, la Boemia, il Canadà, gli Stati Uniti, oltre all'Italia, forniscono esempi tipici di un sempre più sensibile decentramento industriale, sopratutto per particolari manifatture, con riflessi sulla densità e sul modo di vita delle popolazioni.

D) *I combustibili fossili.* — La ricerca e la conquista dei combustibili fossili, siano essi carbone, petrolio o gas naturali, rientra nel campo dell'economia distruttiva del mondo minerale, ma la loro utilizzazione assume notevole importanza geografica, per il fatto che i combustibili fossili sono fonti particolarmente cospicue di energia termica ad uso dell'attività industriale delle popolazioni civili.

. La prima e più importante sorgente di energia termica sul Globo è ancor oggi costituita dal *carbone fossile*, che è elemento fondamentale per la « riduzione » di vari minerali metallici e specialmente dei minerali ferrosi (*alti forni*). Per questo le principali industrie siderurgiche sono localizzate nelle regioni dove esistono giacimenti di carbone fossile.

Già i Cinesi conoscevano il « carbone di terra », il quale era pur noto ai Greci e Teofrasto vi accenna col nome di « litantrace »; pare invece che poco lo utilizzassero i Romani, data la scarsità di esso nel Bacino Mediterraneo. Nel Medio-evo, fin dal sec. XI, era usato limitatamente a Newcastle in Inghilterra, ma qui come nel Belgio, ne era proibita l'esportazione, e il suo uso, a scopo siderurgico, andò lentamente aumentando solo col rarefarsi della legna da ardere.

Ma soltanto alla fine del sec. XVIII il suo valore economico divenne preponderante, coll'estendersi dell'uso del ferro nelle costruzioni e nelle macchine, ed ora esso è il combustibile per eccellenza del tempo moderno, anche per l'uso dei motori a vapore, per i quali rappresenta la sorgente maggiore di energia.

La metallurgia del ferro è complementare di quella del carbone fossile: infatti per ridurre una tonnellata di minerale di ferro in ghisa sono necessarie tre tonnellate di carbone e per trasformare questa in ferro od acciaio ne occorrono da 4 a 5 tonnellate. Anche le industrie del gas illuminante, dei prodotti chimici, dell'elettricità (dove sono scarse o non utilizzabili le energie idrauliche) richiedono grandi quantità di carbone, e così pure quelle dei trasporti (ferrovie e navigazione), ma l'industria metallurgica rimane pur sempre la maggiore cliente del carbone fossile, la cui produzione, fra il 1800 e il 1900, aumentò di 77 volte ed oggi è più che raddoppiata (nel 1937, su tutto il Globo, si ebbe una produzione di 1 310 mil. di tonn.)

Essendo il carbone fossile un prodotto di scarso valore venale e assai pesante, non è conveniente trasportarlo di lontano, se non con mezzi molto economici (vie di mare, acque interne, ferrovie ecc.), ed è preferibile, fin dove è possibile, alleare sul posto l'industria carbonifera e quella siderurgica, tanto più che i maggiori giacimenti carboniferi e ferriferi (così in Inghilterra, nel Bacino renano e nella Slesia, come negli Stati Uniti) si trovano spesso in territori geologicamente antichi, assai vicini fra loro. Pertanto si è stabilito uno stretto legame, anche di situazione geografica, fra le miniere di carbone e la grande industria siderurgica (*industria pesante*), per cui si può dire, che all'industria carbonifera si debbono oggi i più potenti distretti industriali del Mondo, così nell'Europa Occidentale, come negli Stati Uniti atlantici. Ivi sono sorti nuovi grossi centri urbani (quali Hartlepool e Birmingham in Inghilterra, Essen, Duisburg e Düsseldorf nella Renania, Katowice e Gleiwitz nella Slesia; Pittsburg in Pensilvania ed altri), che crescono e si dilatano continuamente, traendo a sè masse sempre maggiori di lavoratori, mentre le campagne circostanti restano spopolate e i vecchi nuclei cittadini perdono della loro importanza storica ed economica.

Il paesaggio di queste particolari zone di concentrazione industriale, le quali seguono, in superficie, i filoni carboniferi sotterranei, a differenza di altre regioni minerarie e industriali, presenta sempre caratteri comuni, simili a quelli della *Black Country*, il famoso « paese nero » del centro dell'Inghilterra.

Il suolo è, in queste zone dell'« industria pesante », nudo, senza alberi nè campi; è solcato da canali ad acque nerastre; è coperto di enormi ammassi, vere colline, di combustibile, di minerali e di scorie; dovunque si vedono officine giganti, torri degli alti forni e selve di ciminiere, che vomitano continuamente fumo in una atmosfera grigia e pesante, vi ferve una attività diurna e notturna mai interrotta, di escavazione, di fusione, di trasporti meccanici e ferroviari. Mastodontici agglomerati cittadini, vecchi e nuovi dalle case grigie e tristi, si allineano e vanno fondendosi uno con l'altro, a costituire veri fasci o zone urbane allungate per decine di chilometri, con densità anche superiori ai 500 ab. per kmq., così lungo il Reno, fra Düsseldorf e Duisburg, in Belgio nei dintorni di Liegi, nella Slesia, fra Katowice e Gleiwitz, in America del Nord, nei dintorni di Pittsburgh, Detroit e Gary ecc.

Il *petrolio*, di uso assai più recente, pur essendo il combustibile liquido dell'avvenire, non ha influito profondamente, come il carbone fossile, sull'attività e distribuzione delle masse umane, sia perchè esso è usato quasi esclusivamente per illuminazione e pei mezzi di trasporto (*motori a scoppio*), sia perchè defluisce spontaneamente alla superficie dal sottosuolo, mediante la semplice perforazione di pozzi, senza richiedere grandi lavori di escavazione e l'impiego di numerosa mano d'opera.

Il petrolio (*nafta*), allo stato greggio è costituito da una miscela di molti idrocarburi, che formano un liquido oleoso e denso (*mazut*). Benchè sia conosciuto fin dall'antichità, cominciò ad avere largo impiego per l'illuminazione, verso la metà del secolo scorso; ma soltanto dopo il 1900, grazie all'invenzione del leggero motore a scoppio per l'industria automobilistica e l'aviazione, ha visto raddoppiare

la sua produzione, che dal 1913 ad oggi è quasi quintuplicata [illegible] nel 1913, e 246 mil. nel 1935). E poichè esso è divenuto anche mat[illegible] diverse industrie chimiche, si spiega l'intensa ricerca e l'accaparram[illegible] cimenti petroliferi da parte dei paesi più progrediti.

I giacimenti di petrolio grezzo, che imbevono arenarie, [illegible] cari di varia età geologica sono racchiusi in *tasche* o *domi* entro [illegible] impermeabili, dai quali si estrae mediante *pozzi* perforati, con tubi [illegible] più di 1000 m. di profondità, e viene portato alle raffinerie, per esservi distillato, con speciali condutture (*oleodotti* — *pipelines*).

La distribuzione dei giacimenti di petrolio (di origine probabilmente varia, ma in prevalenza dovuti a trasformazione di residui organici accumulatisi durante i millenni) è molto irregolare, cosicchè vi sono regioni e Stati che ne hanno quantità enormi (Stati Uniti, Messico, Mesopotamia, Rumenia, regione Caspica, Iraq, Indie Olandesi ecc.) ed altri come l'Italia, che ne sono quasi completamente privi. Nella stessa regione petrolifera, i giacimenti sono numerosi, isolati e limitati, irregolarmente dispersi nel sottosuolo, e vanno rapidamente esaurendosi col deflusso attraverso i pozzi; cosicchè dopo un periodo più o meno lungo di emungimento, è necessario abbandonare i pozzi esauriti, per infiggerne dei nuovi nelle vicinanze, prolugendo gli oleodotti. Talora, se tutta la zona petrolifera si è esaurita, occorre andare alla ricerca di altri giacimenti lontani, ricostruendo, per la perforazione dei nuovi pozzi, tutta una foresta di torri e castelli, dalle grandi piramidi quadrangolari; perforazione che è caratteristica del paesaggio delle zone petrolifere, insieme ai grandi serbatoi della nafta e ai grandi oleodotti, lunghi anche centinaia di chilometri, che portano il petrolio greggio, fino alle raffinerie e ai porti d'imbarco (gli oleodotti di Tripoli di Soria e di Caifa, sul Mediterraneo, per i petroli dell'Iraq, sono lunghi rispettivamente km. 850 e 950).

Ma tali lavori non danno luogo a grandi centri operai, nè ad altri particolari addensamenti di popolazione, perchè essi richiedono l'impiego di un numero non eccessivo di lavoratori, i quali anzi, terminati i lavori d'impianto, si spostano di volta in volta. Centri di qualche importanza si formano più facilmente nelle località dove si provvede alla raffineria e alla esportazione del petrolio, ma anche questi centri presentano grandi oscillazioni nel numero degli abitanti, in connessione con le oscillazioni della produzione (es. Tampico nel Messico).

Anche i *gas naturali*, di varia natura, possono essere utilizzati dall'uomo come sorgenti di forza. Così gli idrocarburi gassosi usati per illuminazione ed energia in molte regioni carbonifere d'America e d'Europa, e quelli delle *fontane ardenti* dell'Appennino Parmense e Modenese.

Ricordiamo in particolare l'esempio, unico al Mondo, dei *soffioni boraciferi* di Larderello (Volterra), i cui getti di vapor d'acqua (fino a 190° di temperatura e circa 3 atmosfere di pressione) sono provocati artificialmente con trivellazioni di più che 100 m. di profondità e sono sfruttati, oltre che per la produzione dell'acido borico (sassolite), anche per fare funzionare motori termici a produrre energia elettrica ad alto potenziale, da inviarsi in lontane zone industriali. Tuttavia questi limitati sfruttamenti non hanno particolare importanza, nè sulla vita, nè sulla distribuzione della popolazione.

Fig. 41 - Centri rurali alpini di conoide e di terrazzo in Comelico

Fig. 42 - Recanati, città di cresta nell'Appennino Marchigiano

Fig. 43 - Portofino, paese di costa alta nella Riviera Ligure di Levante

Fig. 44 - Bologna, città vecchia di pianura a struttura radiale

nella Riviera L…

Cap. XXIX

LE DIMORE E LE SEDI UMANE

§ 152. — L'ABITAZIONE E L'AMBIENTE GEOGRAFICO. — Fra i fatti umani di superficie uno dei più concreti e localizzati è l'*abitazione* [illegible] de alla necessità essenziale di ogni essere umano di avere un ricovero dove dormire e riposare, per un tempo più o meno prolungato, ripararsi dall'intemperie, difendersi dagli animali e dai suoi simili.

Sia che si tratti di un ricovero rudimentale in grotte, come fra i popoli preistorici, sia di una protezione di rami e liane intrecciati fra loro, come fra le popolazioni della foresta equatoriale, o di abitazioni scavate nella neve come presso gli eschimesi, vi è sempre una località precisa sulla superficie terrestre, dove l'uomo, essere socievole, stabilisce la dimora per sè e per la propria famiglia. La dimora diventa anzi il centro di fissazione, temporanea o permanente di ciascuna famiglia e per questo la distribuzione delle abitazioni, — siano esse rudimentali, come le capanne delle razze primitive, o complesse e grandiose, come gli edifici e i palazzi delle popolazioni civili — è l'indice più evidente della distribuzione e localizzazione della popolazione sulla superficie del Globo.

Le dimore furono dette *fatti di occupazione improduttiva del suolo* (Brunhes), perchè occupano un certo spazio della superficie terrestre, il quale viene così sottratto al bosco, al pascolo, alle coltivazioni, rimanendo economicamente improduttivo; ma anche le dimore sono legate alla vita e alla economia umana e la loro situazione e forma risente così del modo di vita degli abitanti (pastorale, agricola, nomade, sedentaria, industriale ecc.), come delle condizioni geografiche dell'ambiente (zone aride, umide, calcaree, argillose ecc.).

Tali legami sono particolarmente manifesti nelle dimore isolate delle popolazioni che vivono a contatto con l'ambiente naturale, ed esprimono così il paesaggio umano di determinate regioni.

Le forme delle abitazioni poi, interessano la geografia, non tanto nei loro dettagli costruttivi — che sono soggetti spesso ad influssi tradizionali ed etnici (p. e. casa germanica, slava, latina ecc.) od ai riflessi del periodo storico in cui vennero sorgendo (p. es. casa romana, medioevale, della Rinascenza ecc.) — ma piuttosto interessano nel loro insieme, o meglio per il modo e la misura con le quali le disposizioni costruttive e i materiali di costruzione subiscono l'influsso dell'ambiente fisico ed economico.

Le dimore umane, che si presentano assai diverse per la forma, la consistenza e per i materiali di cui sono costruite, possono classificarsi in un certo numero di tipi fondamentali; e precisamente: i *ricoveri*, le *tende*, le *capanne*, le *case*. Questi tipi dipendono strettamente dall'ambiente fisico ed economico in cui l'uomo vive, e perciò hanno una certa distribuzione in relazione ai vari ambienti geografici.

…a struttura ra…

A) *I ricoveri*. — L'uomo paleolitico dell'Europa Occidentale e Centrale, viveva in *grotte* naturali, dove cercava riparo [illegible] dai rigori delle ultime fasi della glaciazione quaternaria [illegible] dove le rocce tenere, omogenee e poco permeabili [illegible] narie, le molasse si prestano a scavare sotterra con poca [illegible] veri sufficienti, si trovano dei *trogloditi* moderni, che [illegible] tivi vari, hanno adattato dei ricoveri sotterranei a dimore [illegible] quali si osservano nella « craie » del Bacino di Parigi e dei [illegible] Tours (Orival e Brives), nella molassa presso Friburgo in Svizzera, nel calcare tufaceo di Matera, in Lucania (in Italia si calcolano ad oltre [illegible] le dimore sotterranee), in quelle del bacino terziario di Barrio Santiago presso Granata in Spagna, nel Sud Tunisino, a Banda e Djebel Mela, nelle sabbie cementate del Giurese del Gebel Tripolino, in Cappadocia nell'Asia Minore ecc., presso popolazioni cioè, di diversa razza e di vario grado di civiltà, ma che si sono insediate in territorio di suolo a tipo litologico comune.

Una forma più semplice di ricovero è adottata da diversi popoli raccoglitori e cacciatori delle regioni aride dell'Australia centrale e dai Boscimani dell'Africa australe, e consiste in un rozzo intreccio di pezzi di scorza d'albero o di rami e frasche piantati a semicerchio sul suolo: si tratta di ripari temporanei, che nell'ambiente steppico e aperto servono più che altro, a proteggere dal vento e a riparare da qualche acquazzone improvviso e di breve durata.

Nelle zone umide tropicali, presso le popolazioni primitive, come i Vedda di Ceylon, gli Andamani, i Negritos delle Filippine, il rifugio è costituito da un unico tetto di foglie di palma o di cocco, mantenuto inclinato da due puntelli, mentre i Melanesi e i Niam-niam del centro dell'Africa, vivono sugli alberi e su piattaforme di legni incrociati con coperture di foglie, per sfuggire il contatto del suolo, sempre umido delle zone equatoriali, e per essere difesi contro i rettili e gli insetti.

Ricoveri, sebbene temporanei, possono considerarsi anche quelli dei pastori transumanti delle penisole mediterranee: di solito, quelli estivi delle alte zone montuose calcaree, sono di pietra a tetto di lastra, e quelli invernali delle zone depresse e delle maremme costiere sono di canne ed erbe palustri (*falasco*). Questi ricoveri, assai poco spaziosi, perchè la transumanza non è accompagnata di solito dalla famiglia del pastore, hanno attorno a sè ampio recinto, di pietre o di canne o di corde, entro il quale si raduna il gregge durante la notte (il « chiuso » o lo « stazzo »).

B) *Le tende*. — Le popolazioni pastorali nomadi o comunque migranti delle zone steppiche — nella larga fascia che va dal predeserto sahariano, agli altipiani asiatici della Chirghisia, della Mongolia e fino in Siberia nell'Antico Continente, e nel Nuovo nella zona fra l'America circumpolare e le praterie dell'« Ovest » e nelle « pampas » argentine e patagoniche — hanno per dimora le mobili *tende*, con impalcatura di stanghe o pali con copertura di pelli fornite dai loro greggi (pecore, cammelli, alci, renne ecc.), o di stuoie e tessuti di pelo, cuciti fra loro; di

materiale cioè di cui essi hanno larga disponibilità, e facilmente trasportabile nei periodici movimenti.

Di solito queste tende, per quanto di forme diverse, sono assai ampie, hanno un solo ingresso, su cui si abbassa la copertura durante la notte, e talora una apertura in alto per l'uscita del fumo, il focolare invece è posto all'interno delle tende soltanto nelle zone fredde mentre il fuoco viene acceso all'aperto nelle zone calde. Le popolazioni pastorali nomadi, che vivono di solito in tribù, spostano collettivamente le loro tende e, quando le rizzano nuovamente, le dispongono in circolo attorno a quelle del capo, cingendole spesso di un recinto, che serve per raccogliere e difendere il gregge.

Le forme delle tende possono presentare tipiche varietà, che dipendono quasi sempre dalla tradizione, spesso non più rispondente alle odierne necessità locali. Così si hanno quelle a cupola, con costole di legno e stuoie, come le *wigwam* degli indiani del Canadà e della Nuova Inghilterra in America, e quelle del Sudan e della Somalia in Africa; oppure le *jurte* cilindriche con tetto a cupola dei Mongoli e dei Turchi; le forme coniche dei Siberiani e dell'Alasca (*cium*), le alte e colorate tende delle Pelli-rosse delle « Praterie » americane (*tipi*) ed infine quelle piccole a spioventi, patagoniche (*tolde*).

C) *Le capanne.* - La *capanna* è una forma di abitazione più complessa e stabile, la quale crea uno spazio chiuso, atto a difendere l'abitatore, la sua famiglia e i suoi beni dalle offese esterne del mondo naturale e da quelle dei suoi simili. A differenza della tenda, essa rappresenta il tipo primordiale di dimora dei popoli sedentari, siano essi raccoglitori, cacciatori o agricoltori, e la sua dimensione e funzione è in rapporto a queste attività; così per esempio, sono più ampie e più specializzate quelle delle popolazioni ad agricoltura primitiva.

Quale abitazione permanente è propria di tutte le popolazioni intertropicali e, indipendentemente dalla genesi della sua forma particolare, il tipo e il materiale delle capanne possono variare da un luogo all'altro, in relazione alla natura del suolo e alla vegetazione della regione in cui sorgono. Questo tipo di dimora è costituito schematicamente da un'armatura di tronchi o di rami d'albero, infissi al suolo, variamente congiunti, ricoperti e rivestiti da erbe, frasche o terra.

Qualunque sia la forma che la capanna ha assunto fra le varie tribù, un tipo nettamente localizzato è quello delle capanne su *palafitte*, — usate già nelle regioni umide della zona temperata fredda nel periodo Neolitico, allo sciogliersi dei ghiacciai quaternari, — proprie oggi delle zone tropicali a piogge abbondanti, sui terreni umidi ed innondati. Si tratta di solito di una piattaforma di rami e frasche intrecciati, coperta da un tetto a spioventi di erbe, foglie o cortecce, con o senza pareti all'ingiro, il tutto sostenuto da pali infissi al suolo e ad una distanza da esso maggiore o minore, a seconda che si tratti di terreno veramente innondato, come sulle rive dei fiumi, dei laghi e delle paludi, oppure soltanto di suolo umido come quello delle regioni tropicali (fig. 169, *c*). Le popolazioni palafitticole si trovano all'incirca nell'area delle foreste equatoriali e monsoniche e si stendono fra l'Oceano Pacifico e l'Indiano, dalle

Is. Marchesi e quelle dell'Ammiragliato, dell'Arcipel[illegible] [illegible] coste della Nuova Guinea, di Sumatra, di Borneo, delle Filippine [illegible]

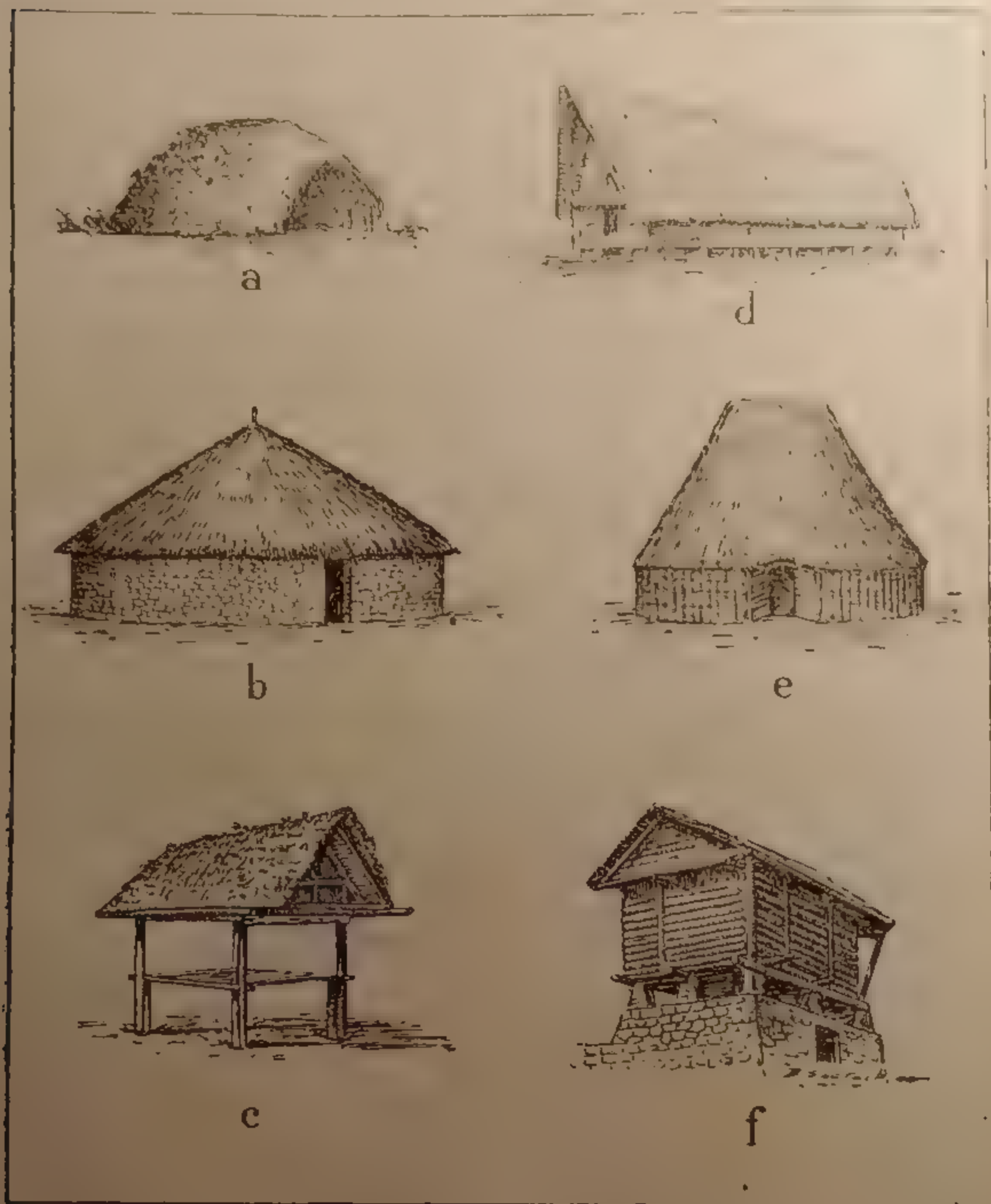



Fig. 169. — Vari tipi di capanne.

a) Capanna emisferica o ad alveare (Australia Orientale) - *b*) Capanna cilindrica (« tucul » abissino) - *c*) Capanna a palafitte (Is. dell'Ammiragliato) - *d*) Capanna a spioventi (Micronesia) - *e*) Capanna ovale della Campagna Romana - *f*) Fenile a *blockbau* con sostegno in pietra della Val d'Aosta.

la Penisola di Malacca, fino alla Birmania. In Africa i palafitticoli sono nella zona equatoriale dal G. di Guinea al Congo, a Mozambico e all'I. di Madagascar, con l'esclusione degli altipiani orientali; mentre nell'America

centrale sono palafitte [illegible] gli abitanti [illegible] del Venezuela, della Guaiana e di quelli di Cuba e della Florida (fig. 170)

Altrove, nelle zone continentali tropicali, predominano le capanne piantate direttamente sul suolo. Queste [illegible] *che, cilindriche, a spioventi* ecc., fig. 169, *b* [illegible] nate regioni, il materiale di costruzione corrisponde alle condizioni [illegible] dell'ambiente. Ciò si rileva soprattutto dalla qualità della copertura della capanna: foglie di palme e di banane nelle zone piovose equatoriali, erbe e stipe nelle savane e nelle steppe, corteccia d'albero e paglia nelle zone temperate e montane. I tetti quasi piani di terra e fango sono propri dei climi a scarse precipitazioni, come nell'Africa Australe, in California e nel Colorado, e dove sono abbondanti i depositi alluvionali argillosi, come pure nel Sudan occidentale e nell'alto Volta, lungo il Niger, dove si hanno anche costruzioni castelliformi di argilla impastata con foglie e rami, a pareti cilindriche e assai elevate, sia per uso di abitazione, che per deposito di prodotti agricoli.

L'uso della pietra, almeno nelle pareti periferiche delle capanne, è proprio delle zone aride subtropicali a suolo roccioso, cominciando dai « *tucul* » abissini a pareti circolari di pietra e a tetto conico di erba (fig. 169, *b*); costruzioni litiche si stendono anche nelle zone aride e rocciose della Persia, del Turchestan e della Mongolia interna, da cui sembrano derivare quelle tutte di pietra del Mediterraneo, come i *trulli* della Puglia e i *gubab* della Siria e dell'alta Mesopotamia; mentre nelle terre polari asiatiche ed americane, le capanne invernali degli eschimesi (*iglu*) sono scavate nella neve.

ne.
le) - b) Capanna cilin[...]
l'Ammiragliato, di C[...]
della Campagna Roma[...]
al d'Aosta.

[...] i palafitticoli sono [...]
[...]mbico e al. I di V[...]
[...] nell'Ameri[...]

Dal punto di vista della forma delle capanne, considerate come espressione del carattere etnico delle varie popolazioni, sopratutto tropicali (Biasutti), sembra che la forma originaria della *capanna tropicale* sia stata la emisferica, detta a *cupola* o ad *alveare*, con pianta circolare od ovale, coperta di foglie o di rami o di erbe e che presenta grandi varietà di tipi locali, da quelli arcaici, propri delle tribù primitive della Terra del Fuoco, del Chaco, del Brasile orientale, a quelli del Continente australiano e della Tasmania e alle forme derivate e più complesse di tutta l'Africa centrale ed orientale (fig. 169, *a*).

Le capanne *cilindriche a tetto conico*, sia con pareti di tronchi, di canne o di pietre e copertura di erbe o paglia con palo centrale di sostegno, sono proprie delle regioni subtropicali africane, dalle savane sudanesi ed australi fino agli altipiani etiopici (*tucul*), e in America in quelli della Guaiana e dell'Orinoco, dell'Equador e delle Antille, con molte varietà (fig. 169, *b*).

Le capanne *a spioventi*, aperte o chiuse, sono proprie della Micronesia, della Melanesia della Nuova Zelanda e di Ceylon, ma compaiono anche in tutta l'Asia sud-orientale. Più rare sono nell'Africa tropicale, sulle coste dell'Oceano Indiano e del Madagascar e in quelle occidentali della Guinea; mentre in America si trovano nel Venezuela, e nella Columbia (fig. 169, *d*).

Nelle regioni *extratropicali*, la capanna *quadrangolare* che vi predomina, ha subito molte e profonde modificazioni, sia per adattamenti ai progressi tecnici della civiltà, nel nostro Emisfero antichissima, sia per i diversi usi, non sempre di abitazione, a cui è stata adibita, sia per il vario materiale di costruzione (paglia, pietra, legno, terra). Essa, con le sue molteplici derivazioni, copre un territorio assai vasto, che va dall'Europa, sino all'India e alla Cina.

Nei paesi del Mediterraneo e dell'Occidente d'Europa, dove la casa si sviluppò assai presto, la capanna a base rotonda o rettangolare, dopo essere servita, fin dal Neolitico, di rifugio e ricovero delle popolazioni, in seguito al diffondersi, anche nelle zone rurali, della casa a struttura complessa, si è ridotta ad essere ormai, da secoli, la forma di abitazione temporanea per i nuclei meno stabili della popolazione (pastori transumanti, boscaioli, carbonai ed anche agricoltori, che abitano lontani dai terreni coltivati); ma più spesso è ora destinata a ricovero di arnesi di lavoro, di animali, di foraggi ecc.

Le capanne di pali, frasche e paglia ad uso di abitazione, sono ormai assai rare fra le popolazioni civili, ma alcune di queste sono ancora in uso temporaneo stagionale nelle zone depresse dei litorali mediterranei, così le dimore estive, a pianta circolare od ovale, della Campagna Romana per i pastori e guardiani di bufali (fig. 169, *e*), che però sono oggi quasi totalmente scomparse con la bonifica delle maremme, o quelle più piccole dei cacciatori e pescatori delle lagune venete.

Nei terreni rocciosi, come in Puglia, nell'Abruzzo, in Istria, in Dalmazia, a Creta, nella Balcania e sulle Alpi Occidentali, i pastori usano, come dimore temporanee, capanne a lastre di pietra non cementate, a falsa cupola; forme simili si trovano pure in diverse zone dell'Europa occidentale, ed anche nel Kurdistan e perfino nel Tibesti. Invece nell'Europa settentrionale ed orientale e nell'Asia settentrionale, dove predominano i boschi di conifere, prevalgono capanne coniche di pali e, nelle Alpi, forme più evolute a travi sovrapposti (*Blokbau*) per dimore e stalle temporanee (*malghe* o *casere*) e per deposito di fieno (*fienili*).

I *fienili* sono di solito rettangolari, sollevati dal suolo, perchè restino più asciutti; spesso la parte inferiore o ricovero è una sottocostruzione in pietra, mentre la superiore in legname serve da fienile (fig. 169, *f*). Le travature che le costituiscono sono incastrate fra loro in testata; il tetto è a spioventi di scorze o di assicelle di abete (*scandole*).

Presso le popolazioni slave esse sono costruite invece di tavolame, e nelle Alpi Occidentali, più scarse di boschi, queste costruzioni temporanee sono spesso di pietre, malamente cementate, e il tetto è di ardesia. Se servono alla estivazione degli animali, come le malghe, hanno spesso a fianco una tettoia allungata, con colonne di legno e tetto ad un solo spiovente di scandole, per il ricovero degli animali.

Nelle zone agricole collinari della Penisola italiana, come pure nell'Alvernia e nello Champagne, in Francia, non mancano i *capanni*, spesso di forma conica, con pareti di canna e tetto di paglia in Toscana, oppure di pietre sovrammesse e tetto a cupola nelle zone calcaree dell'Istria, dell'Abruzzo e della Puglia; essi servono per la guardia dei vigneti, frutteti ed oliveti, durante la maturazione dei prodotti.

D) *La casa*. — La *casa* è l'espressione più evoluta e complessa della dimora specialmente fra i popoli civili, per i quali rappresenta non soltanto il ricovero del nucleo familiare, ma spesso anche il luogo di riunione di più numerosi aggregati sociali, legati da particolari scopi religiosi, cul-

turali, economici ecc. Tali complesse funzioni della casa hanno richiesto una maggiore vastità e solidità delle costruzioni, in relazione anche con le variabili condizioni climatiche delle zone temperate, dove i popoli civili in maggioranza vivono, ed hanno dato origine, attraverso ai secoli, a particolari tipi di architettura (templi, basiliche, mercati, stadi ecc.), il cui studio esula però dal campo strettamente geografico.

Per quanto riguarda la funzione più semplice di dimora permanente della famiglia, così nell'Africa settentrionale, in tutta l'Europa e nell'Asia fino all'India e alla Cina, fra le popolazioni di più antica civiltà, si può dire che la casa è derivata, con processi svariati di adattamento e di sviluppo, dalla *capanna rettangolare*, e che le varietà di forma e costruzione che essa presenta, sono in funzione dei diversi modi di vita delle popolazioni civili ad insediamento stabile e alle condizioni dell'ambiente geografico.

A tale varietà di condizioni risponde sopra tutto la *casa rurale*, la quale è una costruzione assai più stabile e solida della capanna, che raccoglie, sotto lo stesso tetto o in edifici vicini, oltre alla *abitazione* della famiglia agricola, anche il *rustico* (granaio, cantina, stalla, fienile ecc.), e presenta una maggiore o minore suddivisione in locali, adibiti a scopi diversi (di riposo, di raccolta dei prodotti, di ricovero degli animali ecc.).

Sulla situazione della casa rurale isolata hanno grande importanza i fattori fisici dell'ambiente. Nelle regioni delle alte latitudini e nelle regioni montane a clima freddo sopratutto invernale, prevale l'attrattiva del sole, per cui le case cercano le zone aperte e soleggiate e le loro facciate si orientano il più possibile verso la luce e il calore solare.

Nelle zone aride temperate, come nei paesi mediterranei, è sopratutto la presenza dell'acqua superficiale o sotterranea (torrenti, sorgenti, falde sotterranee raggiungibili con pozzi ecc.) che determina la localizzazione delle case, le quali nelle oasi si trovano accentrate attorno ai pozzi, e sono assai sparse nelle pianure alluvionali, dove la falda freatica è di solito poco profonda, mentre sono allineate lungo l'affioramento di sorgenti nelle zone collinari.

La distribuzione delle case rurali, come qualsiasi altro fenomeno geografico (nevi persistenti, zone di vegetazione ecc.), presenta dei limiti, così in latitudine come in altitudine, in rapporto alle possibilità e ai modi di vita degli abitatori (contadini, pastori, viandanti ecc.). Entro tali limiti sono comprese le dimore ***permanenti***, vere case, dove si vive tutto l'anno; mentre fuori di essi si trovano solo dimore ***temporanee***, più prossime al tipo delle capanne, dove la famiglia, o parte di essa, si trasferisce per alcune settimane per attendere a particolari lavori; dimore che si trovano nelle zone marginali dell'*ecumene*, con limiti polari e altimetrici diversi, a seconda delle regioni e delle occupazioni degli abitanti.

Anche l'aspetto esteriore delle case rurali risponde molto spesso alle particolari condizioni naturali dell'ambiente nel quale esse sono costruite, e si può parlare quindi di una distribuzione regionale dei tipi. Se tali regioni naturali vanno succedendosi con regolarità, come avviene da nord a sud nella vasta ed uniforme pianura russa, si può notare anche una suc-

cessione regolare dei tipi dell'abitazione umana. Si passa [illegible] ne temporanee della tundra gelata del nord, alle case di legno [illegible] foresta boreale del centro della Russia, quindi alle case [illegible] impastata, coperte di erbe (*isba*) delle terre nere [illegible] del sud, [illegible] alle case di pietra della steppa rocciosa verso la Crimea e verso il Caucaso.

Infatti la distribuzione dei vari tipi di case è legata alla estensione dei materiali da costruzione prevalenti nella regione. Così il tipo settentrionale di case di legno a travature sovrapposte (*Blockhau*[illegible]) è quasi [illegible]tico ed uniformemente distribuito su tutta l'area della grande foresta boreale di abeti, di larici, di pini silvestri, dove pur vivono popolazioni di razza e civiltà assai diverse, dalla *taiga* siberiana alla Penisola [illegible], dalla Russia alla Germania, sulle Alpi come nel Canadà e fino sulle pendici dell'Himalaia. Invece nelle regioni asciutte del Mediterraneo, a suolo arido, nudo, ma di diversa natura litologica, si ha una grande varietà [illegible] intercalazione di tipi costruttivi di dimore (di pietre, di fango, di paglia ecc.), a secondo del materiale disponibile in posto, il quale dà la sua impronta ai diversi paesaggi umani.

La vastità e distribuzione dei locali interni della casa rurale possono dipendere dalla qualità regionale delle colture e dalla rotazione agraria che ne dipende.

Nella regione mediterranea a scarse precipitazioni, a suolo agrario poco profondo, a coltivazione estensiva e limitata, le case di pietre sono piccole, perchè la vita del contadino si svolge quasi sempre all'aperto e il terreno ha lunghi riposi e scarso reddito, per cui i locali di deposito dei prodotti (granai, cantine ecc.) sono limitati ed inglobati nella stessa dimora.

Dove si hanno invece colture intensive, a frequente rotazione agraria ed abbondanti raccolti, come nelle regioni umide dell'Europa Occidentale, le case rurali, in cotto e muratura, sono assai vaste, con grandi ambienti e granai sovrapposti, aperti ed ampi, necessari per l'essiccazione e conservazione dei prodotti.

Se poi all'agricoltura è associato l'allevamento dei bovini, come nelle grandi pianure alluvionali del bassopiano franco-germanico e della Pianura padana, allora stalle e fienili prendono il sopravvento nelle costruzioni rustiche, che in edifici separati ma contigui, possono disporsi intorno ad una vasta *aia* centrale con l'abbeveratorio per gli animali (es. le « corti » mantovane). In montagna poi, dove l'allevamento è la occupazione precipua degli abitanti, la stalla col fienile sovrapposto diviene il locale più importante, nel quale il montanaro passa al caldo molte ore delle lunghe e nevose giornate invernali, mentre la dimora propriamente detta si riduce a pochi ambienti ristretti per il sonno notturno.

Ma le varietà costruttive e architettoniche della casa, che dipendono anche dai caratteri etnici e tradizionali della popolazione, sono invero numerosissimi, cosicchè nello stesso tipo generico di abitazione rurale (di bassopiano, di montagna ecc.) si possono riscontrare caratteri etnici nettamenti localizzati. Così per esempio sulle Alpi settentrionali si hanno dimore rurali di tipo *alemanno* ad unico edificio, *baiuvaro* ad edifici affiancati, *reto-romano* a dimore abbinate, *francone* con abitazione e stalla disgiunti e via di seguito.

La stessa casa mediterranea può essere di vari tipi. Quella delle regioni calcaree è di pietra, spesso imbiancata di calce ed ha analogie di forme così in Spagna, come in Provenza, in Liguria ed in Puglia, in Sicilia ed in Grecia, al Libano e in Tunisia, pur con notevoli variazioni. Così nella Terra di Bari, nella *Apulia Petrosa*, si hanno i *trulli* e le *casette* a tronco di cono fatte di pietre calcaree sovrapposte le une sulle altre senza malta, colà dove affiora un calcare in strati sottili (Albero-

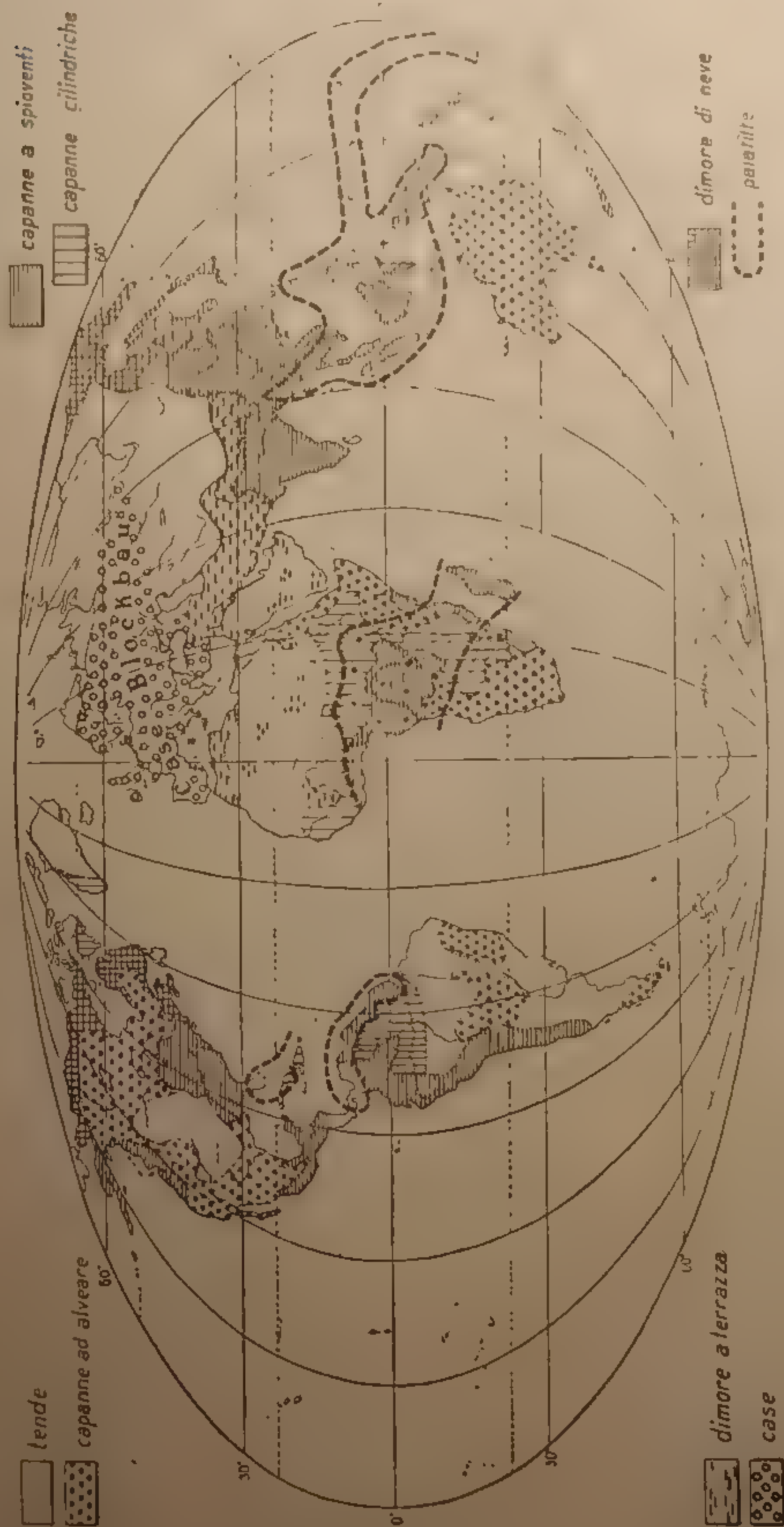



Fig. 170. — Distribuzione delle principali forme di abitazione sul Globo

bello), e costruzioni analoghe, con simile natura di roccia, sono i *tailoti* delle Baleari e i preistorici *nuraghi* della Sardegna.

Nelle zone alluvionali del Basso Egitto, dove sul delta si depositano le fanghiglie del Nilo, i fellah costruiscono le loro dimore col fango impastato di paglia, che indurisce rapidamente sotto il sole tropicale, ma le case di pietra si ripresentano nell'alto Egitto, dove il Nilo scorre entro le gole calcaree dell'altipiano desertico.

Nelle regioni a scarse piogge, sotto un cielo sempre sereno, come a Luxor, spesso le case sono ridotte ai quattro muri perimetrali, senza tetto, sostituito talora da foglie di palma, e se si costruisce un coperto, questo è piatto, perchè serve di deposito ai fascetti di paglia o agli escrementi animali seccati, che si adoperano per combustibile. Altrove, le case ad un sol piano, biancheggianti di calce, hanno sul tetto ampie terrazze, oppure volte a botte, o a cupola, e si girano attorno a cortili chiusi e chiostrati, che mantengono la frescura sotto i climi ardenti dei paesi del Sud, siano essi abitati da latini o da greci, da arabi o da berberi da turchi o da ebrei.

Nei climi settentrionali, piovosi e nevosi, le case invece hanno tutte tetti di legno o di cotto, con spioventi ripidi, per favorire lo sgrondo dell'acqua e lo scarico della neve; i muri si fanno spessi, le aperture piccole, i piani si sovrappongono, per tenere caldi ed asciutti gli ambienti interni.

Riassumendo si può notare che le dimore, avendo sopratutto funzione di ricovero per gli uomini contro le condizioni avverse dell'ambiente, per la loro forma e costruzione (pur variando con le tradizioni e i caratteri etnici dei popoli) hanno nel complesso una distribuzione geografica, che sta in relazione anche con le varie regioni climatiche del Globo (fig. 170).

Mentre le costruzioni *a palafitte* sono proprie delle zone umide e innondate equatoriali e monsoniche, nelle zone a piogge tropicali si trovano sopratutto le capanne *a spioventi*, cilindriche o rettangolari, il cui tetto, fortemente inclinato e folto di erbe e di paglia, smaltisce rapidamente le acque piovane; le rudimentali capanne emisferiche *ad alveare* predominano invece nelle zone asciutte subtropicali e quelle con tetto *a terrazza* nelle zone aride mediterranee e desertiche; mentre le steppe e le tundre hanno le mobili *tende* dei popoli nomadi. Le case di materiale litico (di pietra o di cotto, a seconda della natura prevalente del suolo) sono delle regioni a clima oceanico dell'Europa occidentale, e le costruzioni in legno a *Blockbau* prevalgono nelle regioni fredde della foresta boreale o di alta montagna, accantonandosi quelle di neve e di ghiaccio, alle limitate zone circumpolari.

La civiltà e la tecnica moderna hanno però generalizzato le costruzioni litiche, più solide e durature (di pietra, mattone, ferro, cemento), sotto tutti i climi e in tutti i paesi, ognuno dei quali però conserva la fisonomia di un proprio stile locale, che dà l'impronta al paesaggio umano delle singole regioni. Fanno solo eccezione i moderni centri cittadini, il cui nuovo stile utilitario li accomuna sotto tutte le latitudini.

§ 153. — LE SEDI UMANE. — L'insediamento della popolazione stabile, nelle varie regioni del Globo, può avvenire in modi diversi: talora v'è *popolazione sparsa*, che vive cioè in *dimore isolate*, circondate da ampi spazi non costruiti, situate di solito in mezzo a terreni coltivati; talaltra

v'è *popolazione agglomerata* o *accentrata*, che vive cioè in centri abitati nei quali le dimore sono contigue fra loro, separate soltanto, da vie, piazze o da brevi spazi interposti.

Il diverso insediamento della popolazione può dipendere da cause molto varie e complesse; alcune sono d'ordine naturale (acque, morfologia, vegetazione ecc.), altre sono di natura economica (regime della proprietà terriera, tipo di rotazione agraria, mezzi di comunicazione ecc.), o corrispondono ad influenze storiche (di sicurezza, di difesa, di tradizione ecc.). Comunque questi due tipi fondamentali d'insediamento (*sparso e accentrato*) danno luogo a particolari forme topografiche dell'insediamento e quindi a numerosi e diversi aspetti del paesaggio umano, localizzati e limitati in zone di carattere regionale.

A) *L'insediamento sparso.* — Questo risulta formato da dimore isolate o anche da aggregati minuscoli di poche case rurali (il *casale* italiano, la *ferme* francese, l'*Hof* tedesco), dove vivono una o più famiglie legate da comuni vincoli di dipendenza al terreno circostante, da cui traggono il sostentamento. Questo modo di insediamento, — che è assai raro fra le popolazioni selvagge, solite ad aggrupparsi per la necessità di difesa dalle fiere e dagli uomini — è invece predominante fra le popolazioni civili di quelle particolari regioni, dove la presenza diffusa dell'acqua, di sorgente o freatica, il clima relativamente umido e le possibilità di colture intensive favoriscono la piccola proprietà, e quindi il sorgere della casa rurale al centro del *podere* che viene lavorato dalla famiglia, o presso il pozzo, se in pianura, sulla cima del poggio o sul versante al sole, se nelle zone collinari e montane.

Fig. 171. — Insediamento rurale sparso in Toscana.

Così dimore rurali isolate si trovano in Italia nelle pianure alluvionali del Po, dell'Arno, del Tevere, sui colli toscani e marchigiani ecc.; nelle regioni collinari della Francia centrale, nei bassipiani dell'occidente francese, nell'alta pianura fluvio-glaciale svevo-bavarese, come pure sui rilievi pedemontani della Valacchia, della Serbia, della Bulgaria ecc.

Anche nella regione scandinava e nelle provincie baltiche — plasmate dal grande ghiacciaio polare del Quaternario in piccoli dorsi rocciosi, alternati da morene, laghi e zone torbose (*field, drumlius, öesar*) — questo frazionamento del territorio coltivabile ha favorito la casa isolata o il piccolo casale (*torp*).

Nella Cina meridionale e nel Tonchino sono invece le ricche coltivazioni del riso e del the, quelle che hanno dato la disseminazione delle dimore, e così pure nel Bengala; mentre nelle uniformi pianure del Far-

West negli Stati Uniti, l'attuale isolamento delle grandi fattorie (*farm*), delle zone granarie, deriva dalla tradizionale partizione dei lotti di pascolo, lontani l'uno dall'altro e concessi ai primi pionieri ivi stabilitisi, e che si sono conservati, anche dopo la trasformazione agricola

Isolate sono pure speciali costruzioni adibite a particolari scopi, anche se non sono legate alla vita degli abitanti della regione in cui sorgono. Fortezze e castelli diroccati, eretti per difesa od offesa, dominanti da inaccessibili rilievi e valichi e passaggi obbligati, sono disseminati in gran numero nella vecchia Europa occidentale, ricca di lunga storia. Così cappelle, santuari, conventi si trovano spesso in luoghi remoti, elevati e solitari fuori del traffico delle terre sottostanti, mentre case cantoniere e doganali, rifugi ed ospizi, per la loro specifica funzione, sorgono in particolari località di montagna, e fari, semafori, torri di vedetta spaziano invece, dalle alture costiere, l'orizzonte marino.

B) *L'insediamento accentrato rurale.* — Questa forma d'insediamento umano è assai più varia e presenta stadi sempre più complessi di agglomeramenti di dimore, da quelli rurali fino a quelli cittadini.

Il *centro rurale* è formato dalla riunione di più case, contigue o separate (da noi ordinariamente attorno ad una chiesa), dove si determina il concorso, permanente o periodico della popolazione sparsa dalla vicina campagna, per necessità di culto (chiesa), di sanità (farmacia od ospedale), di commercio (botteghe o mercato e simili) (Olinto Marinelli). V'è una gradazione dei vari centri rurali, a seconda della loro importanza demografica, economica e amministrativa, che va dal *villaggio*, al *paese*, alla *borgata*, senza però che vi sia una distinzione ben netta fra un termine e l'altro. Ad ogni modo ogni centro rurale abitato è un organismo geografico ben definito, con una particolare vita non solo agricola, ma fornito anche di piccole industrie e di commerci rispondenti alle necessità locali, per cui il centro ha una propria personalità di aspetto e di attività, personalità che si esprime con un *nome proprio*.

Il villaggio è la forma prevalente dell'insediamento dei popoli preistorici, quale risulta dai resti delle *stazioni terrestri* neolitiche, con allineamento di capanne, oppure delle *stazioni lacustri* con abitazioni su palafitte, e infine nelle *terremare* con pianta a scacchiera di tipo urbano; forme tutte che sono proprie dell'Europa centrale ed occidentale, oppure con aggruppamento senza ordine, come quello delle popolazioni preistoriche orientali.

Nella colonizzazione romana però, l'abbondanza di schiavi adibiti alla agricoltura dei latifondi, ha favorito invece il sorgere di grossi centri urbani di agricoltori, con la nota pianta a scacchiera, di tipo militare, con case contigue fra loro ovvero di centri minori, sorti più tardi, dalla divisione delle terre fra i soldati.

La colonizzazione dei paesi germanici, iniziatasi nell'Alto Medioevo, ebbe particolari tipi strutturali di villaggi agricoli, che si tramandarono fino ad oggi. Il *villaggio germanico primitivo*, nelle pianure ad ovest del fiume Elba, era costituito di dimore situate al centro di lotti di dimensioni varie, ma che costituivano un insieme inscindibile (*Hufa*). La colonizzazione dei sec. XII e XIII, verso le pianure della zona slava orientale, ha dato luogo a lotti affiancati fra loro, con le case poste alla testata del lotto stesso, lungo i margini di una *strada;* oppure ad una forma *anulare*, con un vasto prato al centro, attorno al quale i lotti erano disposti

a raggiera. Finalmente nelle più recenti colonizzazioni germaniche delle regioni montuose (Carinzia, Tirolo, Svizzera ecc.), dove il terreno permetteva la creazione di un villaggio, si ebbero i *Weiler*, cioè una grande fattoria, attorno alla quale si aggruppano o si allineano le case, sempre distaccate fra loro

Gli odierni popoli primitivi dell'Africa, Asia ed Oceania, sopratutto per necessità di difesa, racchiudono le capanne entro un contorno circolare (palizzata, vallo, muro), o alla *rinfusa*, oppure con disposizione *concentrica*. In questo caso, le abitazioni del villaggio indigeno possono avere funzioni e disposizione diversa, come avviene presso molte tribù africane, melanesiane e sud-americane, dove si ha una distinzione fra le capanne per adulti, per ragazzi per il capo, per i forestieri e quelle ad uso di stalla, di granaio ecc. ma tutte comprese entro un recinto a palizzata, con una sola apertura di accesso, come per esempio nei villaggi dei Cunama sull'altipiano etiopico.

Fig. 172. — Allineamento in serie di paesi lungo l'orlo superiore della zona delle risorgive nella Pianura friulana.

La forma tipica dell'insediamento rurale europeo accentrato è dato dal *villaggio*, del quale il *paese* e la *borgata* non sono che gli sviluppi, d'indole economica e storica, dovuti a particolari condizioni di tempo o di luogo.

Sulla situazione dei centri abitati rurali hanno agito fattori, restrittivi od influenti, sia di natura geografica, quasi immutabili nel corso dei secoli, sia di carattere economico e storico, variabili nel tempo.

Fra i primi, sono quelli rispondenti alla necessità della popolazione agricola, quali sopratutto la presenza dell'*acqua* e la natura ad estensione del *territorio*, a cui rispondono particolari forme di vita agricola.

Il villaggio rurale si concentra di solito attorno ad un pozzo, una sorgiva, una raccolta d'acqua, scavati e mantenuti in comune dagli abi-

tanti, se per la natura del suolo non è possibile un insediamento disperso.

Nelle zone aride, come quelle subdesertiche o mediterranee, l'oasi e il letto degli « uadian », se altre regioni non lo impediscono, esercitano una notevole attrazione per i villaggi agricoli. Spesso le zone di separazione, fra territori contermini a condizioni idrografiche diverse, diventano sede di allineamento di villaggi. Lungo l'orlo superiore della fascia delle « risorgive », fra l'« alta » ed arida Pianura friulana e quella « bassa » ed umida, si addensa, in numerosi villaggi in serie, la popolazione, che non può trovare insediamento sui superiori ed aridi « magredi », nè nella zona aquitrinosa sottostante (fig. 172). Nella uniforme pianura lombarda, una serie di centri segue la zona di separazione, non riconoscibile morfologicamente, fra la superficie incolta e vuota delle ferrettizzate e compatte « groane » delle antiche alluvioni pre-glaciali, e quella di alluvioni sciolte ricche di acque freatiche.

In genere le zone di affioramento di sorgenti, al contatto fra due formazioni geologiche diverse, sono anche zone di allineamento di centri abitati; basterà ricordare da noi la corona di paesi alla base del Monte Amiata, fra le formazioni sedimentarie e quelle vulcaniche, e la caratteristica localizzazione dei centri abitati attorno al Bacino di Parigi, fra le formazioni delle « craie » e quelle mioceniche, per avere esempi tipici di quello che fu detto l'*insediamento in serie*.

Anche nelle regioni a suolo arido ed omogeneo a coltura estensiva, dove la rotazione agraria, necessariamente pluriennale, non permette alla popolazione di poter vivere su ciascuna divisione particellare del suolo, gli abitanti si addensano in grossi villaggi lungo i corsi d'acqua, o presso i pozzi e le cisterne, che forniscono l'acqua necessaria per la vita della comunità, la quale dal centro abitato si distribuisce all'ingiro per i lavori agricoli, attraverso ad una serie di strade poderali. Questo fatto si osserva, non solo nei paesi mediterranei, come nell'Italia meridionale, e in Europa sulle « terre nere » steppiche della Russia, ma anche nella Cina settentrionale del « löss » e nelle zone interne, scarse di piogge, del Deccan, dove il substrato cristallino del terreno non permette di moltiplicare i pozzi, ma dove le larghe ondulazioni di quella superficie di penepiano facilitano la creazione di riserve artificiali d'acqua (« tanks »), ognuna delle quali è l'organo essenziale per l'esistenza dei numerosissimi villaggi a vita complessa caratteristici della società indiana.

Nelle regioni di montagna, sia europee che asiatiche, la popolazione legata all'ambiente, tende pure a raggrupparsi in centri permanenti, anche per la necessaria collaborazione degli sforzi contro le condizioni fisiche restrittive della vita montana (tracciamento di strade, sgombro della neve, soccorsi contro incendi ed alluvioni ecc.); mentre per la pendenza del suolo i villaggi sono attirati dalle terrazze vallive dei versanti a solatio, le quali determinano anche il limite altimetrico superiore dei centri permanenti. Questi invece sfuggono di solito i fondo-valle umidi ed ombrosi, le gole ristrette, lo sbocco delle valli spazzate dall'arido vento del « Föhn » e i canaloni percorsi periodicamente dalle valanghe.

La distribuzione dei villaggi in montagna e il loro limite altimetrico è molto variabile e dipende da fattori del tutto locali. Così tra i centri di una stessa val-

lata si possono avere dislivelli assai notevoli, anche di varie centinaia di metri, il che influisce grandemente sui limiti delle colture, perchè la distanza dei campi dal centro abitato è sempre in funzione del dislivello il quale ha il massimo peso nei lavori agricoli di montagna.

È chiaro che l'insediamento e lo sviluppo di un centro abitato non dipendono soltanto dalle condizioni dell'ambiente fisico, le cui caratteristiche del resto sono messe in valore sopratutto dalla volontà e dal lavoro umano, ma anche dalle condizioni sociali e di civiltà di un determinato periodo storico.

Anzi nei paesi di antica civiltà, come quelli del Mediterraneo e dell'Europa occidentale, le cause dell'origine ed evoluzione di un centro abitato risultano tanto più complesse, quanto più il centro si è sviluppato, passando dal tipo di *villaggio* rurale a quello di *borgata* e di *centro urbano*.

Così non è possibile non riconoscere che i grandi secolari latifondi dell'Italia meridionale e della Spagna, hanno esagerato la tendenza primitiva dell'ambiente fisico locale, ad accentrare la popolazione, formando vere *città rurali*, talvolta di considerevole entità, con 10-30.000 ab. (S. Severo, Lucera, Orta, Cerignola nel Tavoliere della Puglia), spesso situate lontano dalle zone da coltivare, il che obbliga i contadini a lunghi percorsi giornalieri per recarsi al lavoro o al soggiorno, più o meno prolungato, in dimore provvisorie e temporanee erette nei campi, durante i periodi di più intensi lavori agricoli (semina, raccolto ecc.); per cui si diramano da esse strade a raggiera (fig. 173).

D'altra parte anche elementi propriamente d'ordine storico, religioso, economico, sociale agiscono sull'insediamento umano. La situazione di molti paesi e borgate sull'alto dei colli, lungo il crinale di vetta, in posizioni economicamente irrazionali, come si osserva in molte parti delle zone montuose dell'Italia centrale e meridionale, non è spiegabile se non si tiene conto delle condizioni storiche, di sicurezza e di salubrità dei secoli in cui essi sorsero e si svilupparono. Nei tempi cioè in cui prevaleva il frazionamento politico e gli antagonismi municipali e feudali e le basse terre erano abbandonate e insalubri, i centri si insediarono nelle zone più salubri e più difendibili, cingendosi di mura, serrandosi attorno ai castelli e fossilizzandosi in un ambiente economico chiuso.

Solo quando, cambiate le condizioni sociali e politiche e risanate le zone depresse, fu riacquistata la sicurezza e la salubrità, la popolazione sciamò dal nucleo primitivo verso nuovi centri creati in basso, lungo le recenti e più facili vie di comunicazione. Da questo fenomeno deriva quel caratteristico *sdoppiamento dei centri*, accompagnato dalla decadenza e riduzione del centro più vecchio e dal rapido aumento del nuovo, che è proprio delle terre pedemontane del nostro Subappennino collinare e delle zone costiere della Penisola italiana, dove sorsero le note *Marine* toscane, abruzzesi, calabresi ecc. Attualmente nelle zone bonificate vanno pure sorgendo nuovi *centri di bonifica*, con localizzazione e tipi scelti artificialmente in vista di particolari scopi, quali sono quelli nuovi dell'Agro Pontino (Littoria, Pontinia, Sabaudia ecc., o delle terre bonificate della Sardegna (Mussolinia) o del basso Ferrarese (Jolanda di Savoia) ecc.

Nei paesi di nuova colonizzazione, come in America, l'insediamento umano ha avuto altro e più rapido sviluppo. Certo il villaggio rurale è

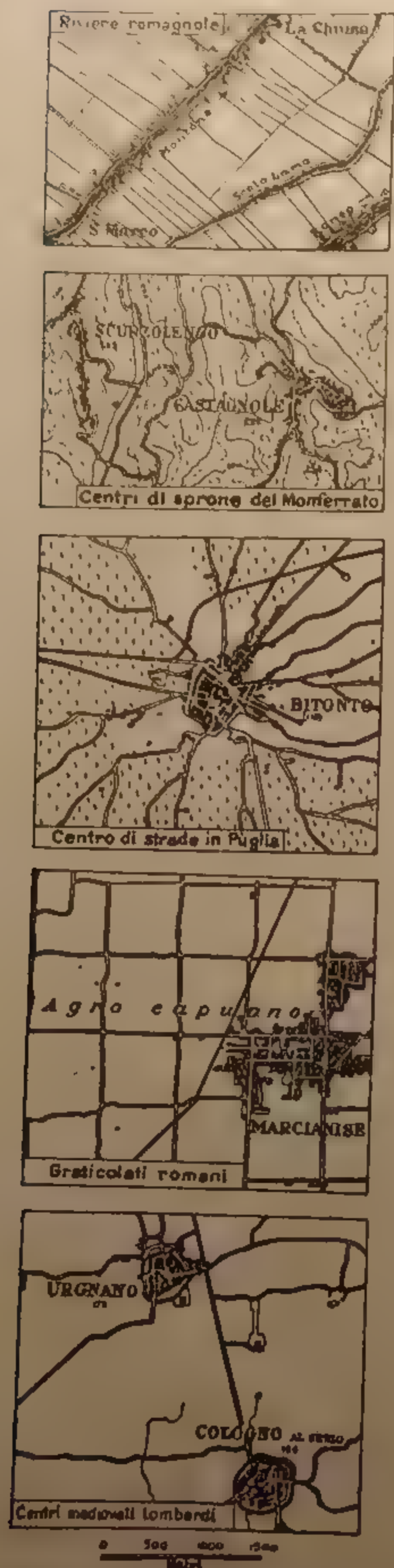



Fig. 173. - Vari tipi di centri rurali in Italia (da O. Marinelli).

esistito ed esiste negli Stati Uniti, nelle parti di più vecchia colonizzazione; ma gli attuali mezzi agricoli e di comunicazione, la creazione di grandi depositi collettivi dei prodotti agricoli (*elevators*), l'uso di trasformare subito i beni agricoli in valori bancari, tolgono ai villaggi una parte della loro ragione d'essere ed essi vanno trasformandosi rapidamente piuttosto in città e spesso anche in grandi città, come Winnipeg, grande emporio granario canadese, che nel 1870 aveva 215 ab. e 219.000 nel 1931.

Per quanto si riferisce alla forma topografica dei centri rurali, essa risente spesso della morfologia del suolo e dello spazio agrario disponibile, che in determinate regioni di montagna o subdesertiche, è particolarmente scarso.

Dove lo spazio coltivabile è abbandante i villaggi assumono una disposizione orientata rispetto alla via di comunicazione, come i centri a *scacchiera* della vasta pianura dell'Asia Centrale (India, Cina, Manciuria); dove invece lo spazio agricolo è limitato, come nelle zone subdesertiche, i piccoli villaggi hanno case minuscole, ammucchiate e addossate fra loro, quali i villaggi di fango indurito dei « fellah » egiziani.

Nelle pianure dell'Europa centrale, dove pure non manca lo spazio, la forma del centro rurale risente della tradizione etnica della sua origine. Così i villaggi di *tipo germanico* hanno le case sempre staccate l'una dall'altra, allineate lungo una strada (*Strassendorf*) o aggruppate attorno alle chiese (*Haufendorf*) o disposte ad anello attorno ad una piazza o prato centrale (*Rundorf*), come quelli dei paesi slavi, o presentano altri tipi derivati, ma in genere le facciate delle case sono indipendenti dalla strada, ed orientate verso il sole.

Nei paesi di *tipo latino* invece le case sono contigue le une con le altre, ma la forma dei centri è assai varia e complessa, in rapporto alle condizioni limitatrici della morfologia e alla origine storica dei centri stessi.

Nelle regioni di alta montagna, si hanno villaggi *di pendio o di costa*, disposti a spalliera, con la chiesa, di solito, nel punto più elevato; le case sono sovrapposte le une alle altre sui versanti soleggiati, perchè tutte le facciate possano godere del sole, e separate fra loro da strette strade parallele, disposte a gradinata; cosicchè dalla strada più alta, si entra nei piani superiori delle case dell'allineamento sottostante. I paesi *di ter-*

Fig. 45 - Bari, città vecchia addensata peninsulare e città nuova di struttura a scacchiera

Fig. 46 - La "strada imperiale" pista carovaniera sull'altipiano abissino

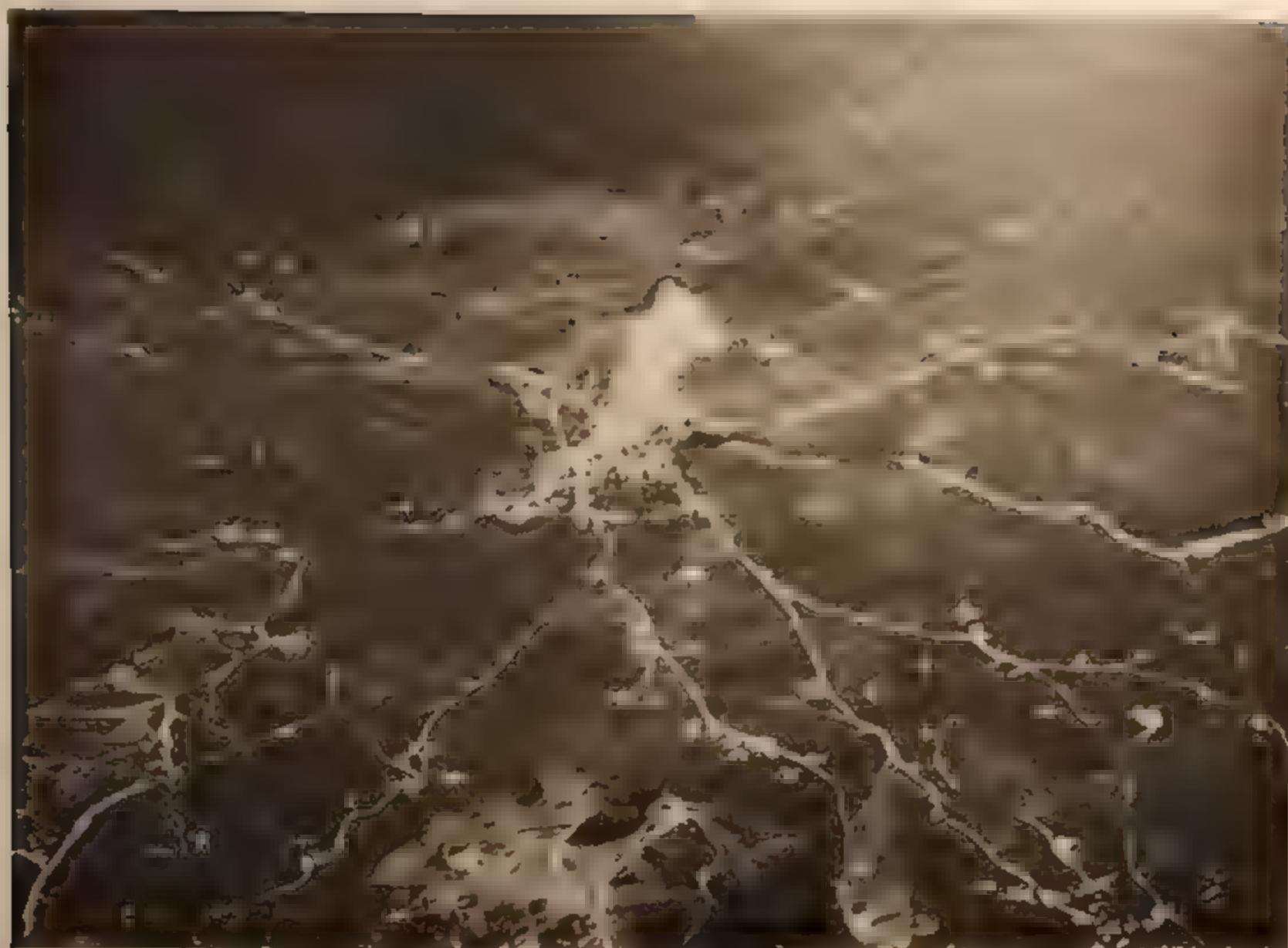



Fig. 47 - Raggera di strade sull'Altipiano di Asiago

Fig. 48 - Fluitazione del legname sulla Vistola

ltipiano di [illegible]

razzo si distendono lungo il ripiano terrazzato, con un caratteristico [illegible] alla cui estremità sorge la chiesa; quelli *di conoide* hanno le dimore lungo [illegible] concentriche, sull'alto di queste formazioni [illegible] fertili [illegible] per sfuggire alle frequenti deviazioni del corso d'acqua, mentre quelli *di* [illegible] nel conche più aperte e soleggiate, sono di solito a cavallo del torrente, che dà forza motrice alle piccole industrie locali.

Nelle zone collinari, spesso la topografia del paese è in stretta dipendenza con la morfologia del rilievo. Predominano sopratutto nelle zone franose, i centri *di cresta* o *di sprone*, che seguono l'andamento, più o meno diramato, della linea di vetta, che è più stabile dei versanti argillosi arenacei sempre dirupati, come nei colli del Monferrato, nell'Appennino Emiliano, sulle colline [illegible] della Toscana ecc. (fig. 173).

Nelle pianure italiane prevale il fattore storico, e le *borgate* di tipo italiano, con case a più piani, addensate lungo strette vie concentriche sono chiuse da mura e fosse di difesa (il vero *borgo* fortificato), come nei centri medioevali lombardi (fig. 172). I centri con pianta *a graticolato*, ripetono la loro origine dalla partizione romana (*centuriazione*) delle terre cedute ai veterani, come nell'Agro capuano (fig. 172), ed hanno le due strade principali disposte ad angolo retto fra loro (il « cardo » e il « decumano » degli accampamenti romani).

Alcuni centri più moderni, sono allineati con case staccate e disperse lungo una via (centri *di strada*); essi rappresentano lo sviluppo di case rurali isolate infittitesi in un paese disseminato, come nel bacino di Firenze e nel Pian di Pisa. Lungo un corso d'acqua o ai piedi degli argini che lo guardano, si hanno le « *riviere* » romagnole o della « bassa » friulana e veneta (fig. 172) ed ancora i centri *di ponte*, alle testate del medesimo o di un notevole « passo barca », di evidente origine di traffico: insediamenti che se distanziati da un fiume « reale » come il Po, l'Adige, l'Arno, possono aver dato luogo a due insediamenti rurali distinti, quali Pontelagoscuro e S. Maria Maddalena, sulle sponde rispettive ferrarese e veneta del Po, Signa e Lastra a Signa al lato destro e sinistro dell'Arno ecc.

C) *I centri marittimi.* — Le regioni costiere, marittime o lacustri, per la dolcezza del clima, l'abbondanza della pesca, la possibilità della navigazione, hanno esercitato una attrazione sull'insediamento umano fino da tempi preistorici; come ci è attestato dai cumoli di residui dell'alimentazione peschereccia primitiva (*Kiekkenmöddings*), che si trovano sulle sponde del M. del Nord, e dalle rovine di centri abitati esistenti sulle sponde del Mediterraneo.

Anche oggi, sotto tutte le latitudini, le rive del mare e dei laghi sono zone di accentramento della popolazione, con densità che talora raggiungono anche i 500 ab. p. kmq.

Ma la localizzazione dei paesi marittimi è diversa sulle coste alte, rocciose, impervie e su quelle basse, sabbiose, ma con grandi fiumi, che aprono la via verso l'interno.

Le coste alte, come quelle della Liguria orientale, dove la montagna scende alta e dirupata sino sul mare, non permettono che il sorgere di piccoli centri di poche centinaia di pescatori o marinai, sulle spiaggette delle insenature costiere, dove le case s'innalzano, come torri, addossate fra loro e chiuse fra il monte e il mare così, che talora le comunicazioni fra un centro e l'altro non possono avvenire che per via marittima, come sulla nostra Riviera di Levante.

Nella Norvegia, dove i fiordi presentano versanti costieri precipiti,

che escludono ogni insediamento umano, i centri si aggruppano di regola, al fondo dei fiordi, sulle brevi pianure alluvionali formate dai corsi d'acqua che vi scendono. Anche nelle coste frastagliate [illegible] estuario, la popolazione, in parte marinara e in parte agricola, si accentra attorno ai porticcioli, nel punto più interno della rientranza, come sulle coste a forti maree brettoni od inglesi, dove i porti pescherecci sono [illegible]giungibili dal mare, soltanto in tempo di alta marea.

Sulle coste basse sabbiose, le formazioni deltizie sempre instabili, sono di solito oggi disabitate, così alle foci attive del Po, del Nilo, del Rodano su quelle del Gange e del Mississippì; ma in passato, con mezzi di navigazione primordiale, esse erano scelte come punti di appoggio della primitiva navigazione, di cui facilitavano lo sbarco. Gli antichi centri originari però, col progredire della formazione deltizia, coll'insabbiarsi delle lagune, vennero a perdere la loro funzione, fino ad estinguersi o a trasformarsi in centri agricoli; sorte riservata ad Aquileia, Altino, Ravenna sull'Alto Adriatico, a Montpellier, Aiguesmortes, Cette sul G. del Lione, ecc.

Sui grandi estuari invece delle coste a forti maree, così in Olanda, come nell'Estremo Oriente, sulle foci dei grandi fiumi larghe come bracci di mare, la popolazione peschereccia e commerciante si addensa sulle rive di queste vie naturali di intenso traffico verso l'interno. Anzi una parte della popolazione dei centri rivieraschi vive su imbarcazioni o giunche galleggianti, trasformate in case ed addossate le une sulle altre a formare veri paesi natanti, che continuamente si dissolvono e si riformano, con lo spostarsi delle imbarcazioni; così a Canton, a Bangkog, a Palembang ecc.

Solo quando le spiagge divennero paludose e malariche furono abbandonate e i loro centri caddero in rovina, fino ad essere dimenticati, come Sibari la ricca colonia greca del G. di Taranto, di cui oggi si sono perdute le tracce, oppure vennero trasformandosi in centri rurali, come Pisa, Ostia, Ravenna, Aquileia ecc. cambiando completamente di funzione e di aspetto. Talora la popolazione di questi centri ebbe anche una doppia vita stagionale, urbana durante l'inverno e dispersa verso le zone più salubri, d'estate, quando nelle basse terre infieriva la febbre: così come, prima della bonifica del basso Ombrone, avveniva a Grosseto, da cui notevole parte degli abitanti, nei mesi estivi, esulava verso le falde del M. Amiata.

La conservazione e sviluppo di alcuni di questi centri di spiagge basse è dovuta all'opera secolare dell'uomo, che intervenne con lavori idraulici ad impedire o ritardare il progressivo e inesauribile insabbiamento naturale, come i lavori odierni sulle spiagge del Mare del Nord e quelli grandiosi della Repubblica di Venezia, diretti a deviare i corsi dei fiumi Brenta e Piave, che sfociavano in laguna, e a mantenere in attività i passaggi (« porti ») attraverso il cordone litorale del Lido, per facilitare il giuoco diuturno della marea, che tende a spazzare il fondo delle lagune e degli estuari.

Del tutto recenti sono invece gli insediamenti *balneari*, sorti e sviluppatisi, nella seconda metà del sec. XIX, su tutte le spiagge salubri delle zone temperate, abitate dalle popolazioni civili dei due emisferi, in seguito al diffondersi delle cure igieniche marine. Spesso, attorno al nucleo primitivo, peschereccio o marinaro, sono sorti i nuovi centri.

su un uniforme piano regolatore, a case isolate, a vie rettilinee e parallele fra loro, con una impronta topografica assai simile come nei centri litorali adriatici e tirrenici, come sulle spiagge belghe e olandesi, su quelle della Florida, della Georgia e della California negli Stati Uniti e quelle stesse dell'Australia; con una vita stagionale estiva, che tende in parte a rendersi permanente, e che ha trasformato profondamente le condizioni demografiche, il modo di vita e l'attività economica di queste popolazioni costiere.

§ 154. — I CENTRI URBANI — Le *città* normalmente sono derivate dallo sviluppo demografico, politico, economico di preesistenti centri abitati (paesi, terre, borgate ecc.), che, grazie a condizioni topografiche e geografiche particolarmente favorevoli e ad avvenimenti storici e politici, hanno assunto una posizione preminente sui centri vicini, divenendo punto di attrazione degli abitanti della regione circostante e centro di rapporti commerciali, politici e religiosi. In conseguenza le città presentano una complessa ed intensa vita civile, culturale, economica ed amministrativa, ben diversa da quella dei centri rurali, e la cui espressione geografica più evidente è data dall'agglomerato di dimore attorno a vie, a piazze e a luoghi di riunione, la cui disposizione è in rapporto alle condizioni morfologiche del suolo e alla funzione prevalente del centro cittadino (città rurali, industriali, commerciali, politiche, culturali ecc.).

Il concetto di città non è stato sempre il medesimo, attraverso il tempo, ma è variato anche profondamente nei vari stadi di civiltà delle popolazioni e nelle varie epoche storiche (es. città europee, coloniali, dell'Estremo Oriente; città romane, medioevali, odierne ecc.). Non possono considerarsi geograficamente « città » i primi aggregati neolitici, anche se le dimore erano disposte le une accanto alle altre secondo un piano prestabilito, e nemmeno gli aggruppamenti anche notevoli di capanne delle attuali popolazioni indigene delle zone tropicali, e talora neppure gli stessi grossi centri agricoli delle zone aride; mentre poi il titolo di « città », concesso a borghi e castelli, anche se cinti di mura e di fossa, come è avvenuto per molti centri medioevali, non è sufficiente per far riconoscere ad essi il carattere cittadino, dal punto di vista geografico.

Poichè le città sono la espressione più alta e più complessa dell'insediamento umano delle popolazioni civili, esse sono più numerose nelle zone climatiche temperate, dove queste popolazioni sono più progredite; tali sono appunto i grandi centri urbani di antica origine dell'Estremo Oriente, del Mediterraneo e dell'Europa, e quelli di moderna formazione, nel Nuovo Mondo.

Solo eccezionalmente i centri urbani vennero fondati con questa loro funzione specifica, come è il caso di Karlsruhe, sviluppatosi per volere del principe di Baden attorno al castello fondato nel 1715, di La Plata fondata nel 1882 per essere la capitale della Provincia di Buenos Aires, di Camberra nuova capitale della Federazione australiana, fondata nel 1909; ma di solito lo sviluppo delle città è legato a ragioni economiche e politiche, proprie di determinati periodi storici. Molte città infatti, venute a mancare le cause d'impulso, che le avevano fatte crescere,

in successivi periodi decaddero e dovettero cedere il loro primato [illegible] modificando il loro carattere, pur conservando l'aspetto topogra[illegible] Così alcune città sviluppatesi in epoche passate, perchè sedi d[illegible] capitali di Stati — come da noi Ferrara, Modena, Parma, Lucca [illegible] nia le capitali di molti principati tedeschi — avendo perduta, in [illegible] loro funzione specifica, sono discese dal loro rango politico [illegible] urbani locali. Invece altre città modeste si sono ultimamente [illegible] diose metropoli, grazie ai nuovi rapporti industriali, commerciali [illegible] ca attuale, ciò che dà luogo al fenomeno dell'*urbanesimo*, il qual[illegible] centrare in pochi centri enormi masse d'uomini, con profonde modi[illegible] l'originario carattere topografico e costruttivo

Il centro urbano, che proviene di solito dallo sviluppo di un minor centro abitato, conserva l'*ubicazione topografica* del suo nucleo primitivo, ubicazione che spesso è legata al fattore naturale o storico, della sua origine; invece il successivo sviluppo cittadino è determinato piuttosto dalla *situazione geografica*, rispetto alle regioni circostanti, situazione che è posta in valore sopratutto dagli elementi umani, economici e politici preminenti in un determinato periodo storico.

Ma mentre lo sviluppo cittadino, di originari centri rurali o marittimi, nella vecchia Europa è avvenuto lentamente, durante il corso dei secoli, con periodi di stasi, di regresso e di ripresa, che lasciarono tracce topografiche nella planimetria e nell'aspetto costruttivo delle città, non di rado nelle nuove terre di colonizzazione, come in America, le città furono fondate fin dall'origine con scopo distinto e prestabilito (agricolo, minerario, industriale, commerciale ecc.) e quindi su un piano preordinato, in vista del loro futuro sviluppo.

A) *La localizzazione delle città*. — Per quanto riguarda il sorgere dei centri urbani, cominciando dalle « terremare » italiche e dalle città dell'Evo Antico e Medio, in tutta Europa e nell'Oriente mediterraneo ed asiatico, questi ebbero sopratutto come determinante prima della loro localizzazione, i punti di convergenza delle vie naturali di traffico e insieme la esistenza di forti posizioni difensive o di dominio. Così nella situazione delle città sono ancor oggi manifesti gli originari fattori orografici ed idrografici, che hanno prevalentemente presieduto alla loro origine. Numerose città sono cresciute attorno ad alture, su cui sorgeva l'*arce* delle città del Mondo classico o il *Burg* medioevale delle città germaniche e il *kreml* di quelle slave; altre lungo corsi d'acqua a cui si appoggiavano i *castra* militari o i *castelli* murati e turriti della pianura padana e dei bassopiani europei; altre ancora, e spesso furono i centri più antichi, sorsero lungo le coste dei mari e presso le foci fluviali, sulle isole o penisole, punti di appoggio e nodi di comunicazioni marittime e terrestri. Tutti questi centri urbani presentano una tipica localizzazione e una particolare forma topografica, riconoscibile ancor oggi, dopo le secolari modificazioni subite dai centri stessi nel corso delle loro vicende storiche. Tenendo conto della loro funzione originaria, le città possono raggrupparsi, a seconda della loro ubicazione primitiva, in città di *rilievo*, di *ponte*, di *fiume*, d'*estuario*, di *laguna*, di *delta*, di *isole* e via dicendo.

Le più antiche città di *colle* o di *rilievo* sorgono per ragioni di difesa e salubrità, su dossi sopraelevati al territorio circostante; dossi coronati spesso dall'acropoli, dall'arce, dal castello, come Tebe ed Atene nell'antica Ellade, come nell'Italia centrale Volterra, Chiusi, Orvieto, Arezzo, Perugia, Siena, Assisi ecc., che coronano le creste dei colli subappenninici. Così Toledo sull'alto rilievo domina il sottostante Tago, Besançon in Francia è sopra il Doubs, Marburgo, Norimberga, Tubinga in Germania si addensano sul colle, dove fu eretto dapprima il « Burg », e Costantina in Algeria è una vera città di monte.

Le città *di fiume* sono stabilite sulle rive dei corsi d'acqua navigabili, vie naturali del traffico, e sopratutto alla confluenza di due fiumi, che fanno loro anche da vallo e da difesa, come Magonza e Coblenza poste alla confluenza rispettivamente del Meno e della Mosella nel Reno; così Lione fra il Rodano e la Saona, Belgrado fra la Sava e il Danubio, Bolzano fra la Talfera e l'Isarco, Torino fra la Dora Riparia e il Po, Cuneo fra il Gesso e la Stura, Firenze fra l'Arno e il Mugnone ecc.

Alcune di queste città ebbero anche funzione militare, specialmente se appoggiate a zone paludose o innondate, come Posen sulle paludi della Warta e Mantova sugli allagamenti del Mincio.

Le città di *ponte* guardano l'incrocio obbligato di vie di transito con un grosso corso d'acqua, e spesso ebbero il loro nucleo attorno ad un'isola fluviale, che facilitava il passaggio, come Roma sull'Isola Tiberina (v. fig. 11), Parigi sull'Ile de la Cité della Senna, Berlino sulla Sprea, ecc.

Le città d'*estuario*, dove la navigazione marittima può risalire profondamente i grandi fiumi, sorgono nell'interno della regione, colà dove il commercio marittimo si rannoda con quello terrestre. Tale è l'origine di Amburgo sull'Elba, di Brema sul Weser, di Anversa sulla Schelda, di Londra sul Tamigi, di Bordeaux sulla Gironda, di Lisbona sul Tago, di Quebec e Montreal sul S. Lorenzo, di Filadelfia sul Delaware, di Baltimora sul Sapeake, di Washington sul Potomac.

Fra le città di *delta*, sorte come centri di raccolta e di sbocco del traffico di una intera vallata fluviale, si sono conservate soltanto quelle lontane dalle foci maggiori, al riparo dagli insabbiamenti: così Marsiglia allo sbocco della vallata del Rodano, sulle estreme pendici delle Prealpi Marittime; Alessandria sul Nilo, ad occidente della bocca di Rosetta, Caraci a nord del delta dell'Indo, Sciangai e Parà su rami secondari rispettivamente dello Jang-tze e del Rio delle Amazzoni, ecc. Talvolta i vecchi centri deltizi in decadenza, furono sostituiti con nuovi centri creati dall'uomo a questo scopo; così Pisa fu sostituita da Livorno creata dai Medici lontana dagli insabbiamenti dell'Arno.

Anche semplici centri pescherecci poterono divenire *città di laguna*, quando per la loro posizione riparata dalle offese del mare e dalle incursioni degli uomini e per la vicinanza ai nodi di raccolta del commercio marittimo, videro la loro popolazione crescere ed occupare fittamente isolotti alluvionali o banchi emergenti dalle acque, come a Venezia e ad Amsterdam.

Le città *insulari* e *peninsulari*, quali Gibilterra, Messina, Bari, Siracusa, Bombay, Singapore, Hongkong, New York ecc., su queste prominenti forme costiere dominano i traffici marittimi, che trovano in esse appoggio e difesa.

Per la stessa ragione sorsero le *città di stretto*, presso i passaggi obbligati delle rotte marittime, spesso addoppiandosi e fronteggiandosi, come Copenaghen e Malmö, Dover e Calais, Gibilterra e Ceuta, Messina e Reggio, Costantinopoli e Pera, Aden e Gibuti, Singapore ecc.

B) *Lo sviluppo dei centri urbani.* — I fattori umani prevalgono su quelli fisici per lo sviluppo demografico e topografico delle città. Il valore della situazione geografica di un centro cittadino può variare durante il

corso dei secoli, a seconda dell'economia prevalente e del [illegible] politico predominante nelle varie epoche storiche, che possono favorire od ostacolare lo sviluppo di determinate città, con vicende [illegible] ma che pure lasciano tracce spaziali sul tipo del centro urbano

L'autarchia economica dei Comuni medioevali innalzò a centri cittadini molte borgate, che poi decaddero con l'abolizione dei privilegi comunali, quando si costituirono i principati a vasto territorio. Si ricordi come la maggior parte delle nostre città vissero per secoli entro la cerchia murata della età comunale, e come l'economia di monopolio dei grandi Stati colonizzatori dei sec. XVI e XVII, favorì lo sviluppo dei centri marinari dell'Europa occidentale, a danno di quelli mediterranei, mentre l'economia liberista del sec. XVIII pose in valore le città industriali e commerciali a danno di quelle agricole.

Il frazionamento politico d'Italia e di Germania, fino a tempi a noi vicini, elevò alla dignità di capitali di Stato e diede grande impulso a città le quali, dopo la formazione degli Stati unitari nazionali, tornarono al grado di centri regionali, mentre si sviluppavano per contrasto le nuove capitali (Roma e Berlino).

Anche piccoli centri scelti per volontà di monarchi hanno potuto svilupparsi fino a divenire grandi capitali, come è avvenuto per Madrid quando, nel 1561, Filippo II la scelse come capitale unica della Spagna.

Le forme stesse dei regimi politici possono aver favorito od ostacolato l'estendersi dei centri urbani. La Roma dei Cesari, gli imperi francesi dei Napoleonidi il Regime fascista imperiale, con la loro costituzione centralizzata, con le loro necessità organizzative, politiche, militari, hanno dato impulso allo sviluppo urbano

Le stesse vicende storiche, le invasioni, le guerre o i periodi di pace, poterono potenziare o nuocere allo sviluppo di alcune città. L'invasione turca sul bacino orientale del Mediterraneo, compiutasi alla fine del sec. XV, tagliando le vie commerciali con l'Oriente, portò ad un decadimento anche spaziale delle città marittime delle nostre Repubbliche marinare. Lo spostamento di rapporti politici fra l'Impero tedesco e il Regno di Francia cambiarono la sorte di città già fiorenti, come Magonza ed Aquisgrana e recentemente, nel dopo-guerra, il trasporto della frontiera trentina fra Italia ed Austria, segnò un cambiamento di vita e quindi di struttura anche topografica di Verona e di Trento, le due città militari di confine, che si fronteggiavano.

Anche particolari cause religiose possono mantenere, creare e sviluppare alcuni centri urbani. Dopo la caduta dell'Impero, Roma, invasa, saccheggiata, ridotta a semplice borgo, risorse come centro della Cattolicità; la Mecca, località desertica, divenne la grande città santa del Mondo mussulmano; Lourdes, già villaggio rurale ai piedi dei Pirenei, è oggi, dopo l'apparizione della Vergine miracolosa, città di attrazione di pellegrinaggi mondiali.

Ma sopratutto i rapporti commerciali e conseguentemente quelli politici, favorirono l'accrescimento delle città situate ai nodi di raccordo delle grandi vie naturali di transito. Basti ricordare il precoce sviluppo, nei secoli di mezzo, delle città padane, quali Torino, Milano, Verona e di quelle periferiche alle Alpi come Lione, Basilea, Monaco e Vienna sorte ai punti di raccordo con i traffici transalpini. A Parigi convergono

vie naturali della Francia (fig. 174), a Praga quelle del bacino boemo e Mosca è al centro delle vie fluviali della Russia (fig. 175), ciò che spiega l'espansione di queste grandi metropoli.

Il recente accrescersi di Marsiglia, Genova, Trieste, Liverpool, Londra ed Amburgo è dovuto ad essere queste città capolinea delle grandi rotte intercontinentali, come pure il gigantesco sviluppo di metropoli, quali Nuova York, Hong Kong, Sciangai, deve riportarsi sopratutto all'accentramento in questi porti di gran parte dei prodotti e del commercio di interi continenti.

Fig. 174 — Parigi e le vie naturali della Francia.

Anche la scoperta e sfruttamento di zone minerarie e l'odierno sviluppo industriale hanno trasformato, come sappiamo, piccoli o medi centri locali in grandi città, con un accrescimento rapidissimo di abitanti e di edifici e profonda modificazione della distribuzione e della vita di intere popolazioni. L'*urbanesimo* è, si può dire, un fenomeno tutto moderno, legato per molta parte alla vita industriale di oggi. Anche il progresso tecnico dei trasporti, la costruzione di nuove strade, sopratutto ferroviarie, facilitando gli scambi, raggruppando in punti dati il movimento di persone e di merci, ha modificato profondamente il carattere originario di alcuni centri urbani, accrescendone lo sviluppo demografico e topografico. Basterà ricordare in Italia i grandi centri ferroviari di Milano e di Bologna, in Germania quelli di Dresda, Lipsia, Chemnitz, Swickau, in Francia Parigi e Lione; Chicago, St. Louis, Minneapolis negli Stati Uniti d'America, dove anzi alcune città sono nate e sviluppate in conseguenza della costruzione di strade ferrate, come Omaha e Denver sulle ferrovie transcontinentali.

In conseguenza di tutto questo nuovo fervore economico a tendenza urbanistica, dalla seconda metà del sec. XIX, si sono sviluppate non solo nuove città, ma anche numerose *metropoli*, centri urbani di più milioni di abitanti, che già l'Antichità aveva conosciuto con Babilonia, Ninive e Roma, e di cui l'Evo Medio e Moderno, con la sua limitata economia regionale, aveva perduto il ricordo, ma che oggi si vanno moltiplicando ed ingrandendo sempre più. E ciò non solo nelle zone temperate di antica civiltà del nostro emisfero, dove se ne contano 16 in Europa (massima Londra, ab. 8 mil.), 5 in Asia (Tokio, ab. 5,9 mil.), 6 in

America (Nuova York, ab. 6,9 mil. e con gli annessi centri ab. 10,3 mil.), ma anche nella zona temperata dell'emisfero australe di cui 1 in America (Buenos Ayres, ab. 2,3 mil.) e 2 in Australia (Sidney 1,2 mil.) e perfino in quelle tropicali con 8 metropoli, di cui 5 in Asia (Sciangai, ab. 3,5 mil.), una sola in Africa (Cairo, ab. 1 mil.) e 2 in America (Rio de Janeiro, ab. 1,7 mil.).

Fig. 175. — La centralità di Mosca rispetto alle vie naturali della Russia.

Le grandi città sono, come ben si comprende, centri eminentemente consumatori e come tali attirano enormi masse di prodotti di consumo da una vasta zona di sedi umane all'ingiro, la cui attività, per questa ragione, è legata alla città, alla quale è unita con una fitta rete di strade e trasporti locali. Ma gli stessi rapidi mezzi meccanici di trasporto vanno oggi accelerando il fenomeno inverso, di decentramento delle grandi metropoli, creando attorno ad esse centri urbani satelliti (*banlieux*, *borougs*), dove vive parte della popolazione, che si reca alla città solo per le sue occupazioni.

È quindi tutta una nuova forma di attività e di insediamento umano, che si iscrive sul terreno con aspetti complessi e vari, i quali caratterizzano l'odierno paesaggio urbano.

POPOLAZIONE DELLE CITTÀ DEL GLOBO
SUPERIORI AL MILIONE DI ABITANTI DOPO IL 1930

N.	Nome	Stato	Popolazione del Municipio	Popolazione del grande agglomerato
		EUROPA		
1.	Londra	Gran Bretagna	4.200.000	8.475.000
2.	Berlino	Germania	4.242.000	4.600.000
3	Mosca	Russia	3.663.000	
4.	Parigi	Francia	2.829.000	5.100.000
5.	Leningrado	Russia	2.776.000	
6.	Vienna	Germania	1.875.000	2.000.000
7.	Amburgo	»	1.647.000	
8	Roma	Italia	1.183.000	
9.	Milano	»	1.118.000	
10.	Varsavia	Polonia	1 178.000	

N.	Nome	Stato	Popolazione del Municipio	Popolazione del grande agglomerato
11.	Barcellona	Spagna	1.148.000	
12.	Madrid	»	1.048.000	
13.	Glasgow	Gran Bretagna	1.088.000	
14.	Birmingham	»	1.002.000	
15.	Budapest	Ungheria	1.004.000	1.420.000
16.	Atene	Grecia	——	1.000.000
		ASIA		
17.	Tokio	Giappone	5.875.000	6.274.000
18.	Sciangai	Cina	3.550.000	
19.	Osaka	Giappone	2.989.000	
20.	Calcutta	India	1.485.000	1.967.000
21.	Tientsin	Cina	1.400.000	
22.	Han-cou	»	1.320.000	(con Wuchang ecc.)
23.	Canton	»	1.122.000	
24.	Bombay	India	1 161.000	
25.	Kioto	Giappone	1 080.000	
26	Nagoya	»	1.082.000	
		AFRICA		
27.	Cairo	Egitto	1 307.000	
		AMERICA DEL NORD		
28.	Nuova York	U. S. A.	6.930 000	10.300.000
29.	Chicago	»	3.376.000	
30.	Filadelfia	»	1.951.000	
31.	Detroit	»	1 568.000	
32.	Los Angeles	»	1.238.000	
33.	Città di Messico	Messico	1.029.000	(col suburbio)
34.	Montreal	Canadà	818.000	1.000.000
		AMERICA DEL SUD		
35.	Buenos Aires	Argentina	2.290.000	3 000.000
36	Rio de Janeiro	Brasile	1.756.000	2.000.000
37.	San Paolo	»	1.168.000	
		AUSTRALIA		
38.	Sydney	Australia	1.255.000	
39.	Melbourne	»	1.008.000	

§ 155. — **La morfologia urbana.** — La *città* è un organismo demografico, che si sviluppa per rispondere a speciali esigenze della vita sociale e svolgere una particolare funzione e assume per questo forme proprie adatte alla sua funzione specifica. La città, dal punto di vista topografico, è un agglomerato di edifici e di fitte dimore, disposti lungo vie e piazze nelle quali si svolge una intensa circolazione, in opposizione all'organismo rurale, che ha dispersione di abitazioni e semplicità di comunicazioni.

Il centro urbano però, non è un elemento statico, bensì dinamico di occupazione della superficie terrestre ed è variabile nel tempo, in accordo e per effetto di avvenimenti economici, politici e storici, la sua evoluzione storica si imprime sul suolo con caratteri distintivi, riconoscibili nella diversa morfologia delle sue parti.

Nei centri urbani delle regioni di antica civiltà e di complessa storia, si possono normalmente distinguere tre parti:

a) la *città antica*, cioè il nucleo primitivo, ha la morfologia legata sopratutto alla origine del centro urbano e alla funzione cui inizialmente esso doveva rispondere (città militare, di traffico, di culto ecc.) e quindi con pianta adattata a questi particolari scopi, nonchè alle condizioni dell'ambiente fisico, orografico, idrografico, su cui sorge (nucleo di declivio, di terrazzo, di pianura, di fiume, di mare ecc.); le città antiche presentano perciò una grande varietà di forme;

b) la *città vecchia* — derivata per evoluzione storica dal centro primitivo, con l'aggregazione di nuclei sorti al margine di esso (*sobborghi*), che vengono inclusi a lor volta entro più ampie cerchie murate — presenta di solito grande addensamento di case, una fitta rete di vie strette e irregolari e spesso — oltre alle successive fasi di sviluppo, contrassegnate dalla creazione di cinte sempre maggiori — si nota in essa la divisione in *rioni*, *quartieri*, *sestieri* ecc. a funzione storico-amministrativa, o classista e sociale (rioni popolari, aristocratici, governativi ecc.);

c) la *città nuova* — formatasi in relazione al recente sviluppo economico del centro urbano, su di un piano topografico preordinato e con netta distinzione in *quartieri*, ciascuno dei quali è sede di particolari forme di vita economico-sociale — ha sempre pianta assai regolare, con vie ampie e vasti edifici, e nel suo complesso presenta un aspetto assai simile nelle varie città e in opposizione topografica e costruttiva con le due parti precedenti (es. Ancona, Grosseto, Bari, Milano, Bologna, Roma, Parigi, Londra ecc.).

Le città nuove, sorte durante i sec. XVIII e XIX, come quelle americane, mancano delle due prime parti o queste sono del tutto trascurabili, ma si manifesta in esse la tendenza ad una massima differenziazione in *quartieri*, che sono veri e propri *individui geografici*, con particolari funzioni e modi di vita dei rispettivi abitanti, e quindi con aree distinte fra loro e tipi diversi di dimore. Così il quartiere *degli affari* (« City »), i quartieri *industriali* o *commerciali*, il quartiere degli *studi* (istituti universitari), quello *sanitario* (ospedali, cliniche), il quartiere *governativo* (ministeri, parlamento, municipio ecc.), *militare* (caserme, fortezze ecc.) e infine i quartieri di *dimora* e di *riposo* (casamenti, città giardino, quartieri dei divertimenti ecc.)

Questi quartieri oggigiorno non solo si sviluppano su aree distinte, ma ognuno di essi presenta una particolare localizzazione delle dimore; così ad esempio gli alberghi e i magazzini sorgono presso le stazioni ferroviarie o i porti, gli studi legali presso i tribunali, le banche nella zona degli affari ecc.

Nelle città coloniali vi sono anche distinti quartieri *etnici*, uno per ogni razza indigena (città araba, quartiere ebreo, città cinese, città indigena, « native areas » del Sud-Africa ecc.) e tutti separati nettamente dal più recente quartiere europeo.

L'aggregato cittadino tende a crescere e ad espandersi in contiguità e perciò i suoi limiti sono ben definiti soltanto quando la sua espansione incontra ostacoli insuperabili, siano essi naturali od artificiali. Questo è il caso delle città fondate su piccole isole, come Venezia, Chioggia, ecc., o di quelle sorte su ristrette alture, limitate tutto intorno da scoscesi pendii, (come Bergamo alta, Volterra, Orvieto ecc.), o delle città racchiuse entro mura, bastioni, fosse, ecc., mantenute in posto per ragioni militari o per non sufficiente forza espansiva del nucleo cittadino (es. Lucca, Piacenza, ecc.).

Negli altri casi, come nelle città aperte e di pianura, v'è una zona periferica fra l'aggregato urbano e l'insediamento rurale, dove il primo va sfumando e dissolvendosi in propaggini, con case più o meno contigue, che si susseguono lungo le vie che si diramano dalla città e sono meglio servite da comunicazioni. In questa zona limite le città tendono ad assumere spesso una forma stellare, con espandimenti tentacolari o radiali; nelle aree interposte si formano, in seguito, dei nucleoli di abitazioni, con « aree fabbricabili », che poco per volta vengono riempiendosi di nuovi edifici lungo strade trasversali alle prime (es. Milano, Bologna, Firenze ecc.). In questa espansione radiale le città maggiori possono raggiungere altri nuclei rurali ed urbani, fino a *catturarli* ed inglobarli nel centro cittadino, com'è il caso normale delle grandi metropoli, quali Milano, Londra, Parigi, Vienna, New York ecc.

Fig. 176. — Siena, città di colle (dai tipi dell'I. G. M., f. 120-I-NE, Siena).

Se la forza espansiva delle città, in un dato periodo storico, è notevole e lo spazio limitato, come nelle città di monte e di colle, la città si allunga lungo le creste delle diramazioni orografiche, dove solo è possibile stabilire strade e case, ed assume così una forma articolata, quale possiamo osservare a Siena (fig. 176), a Perugia, a Macerata ecc. Se ciò non è possibile, perchè la vetta su cui sorge la città antica è circondata

[illegible] ai piedi del rilievo, lungo le vie che vi confluiscono o att[illegible] centri di attrazione economica, come dànno esempi tipici Berga[illegible]ra 177), Perugia, Orvieto, ec[illegible] Nelle città concresciute su piccoli aggetti peninsulari, dove per mancanza di spazio le case sono addensate e ristrette le vie, l'accrescimento urbano si esplica con la creazione sulla vicina spaziosa terraferma, di nuovi nuclei con morfologia urbana regolare ad ampie strade e piazze, nettamente diversa da quell'antica, come a Bari (fig. 178), ad Ancona, a Zara ecc. In qualche caso l'ostacolo fisico o artificiale (rilievo, fiume, mare, mura e bastioni) può essere superato dall'uomo con grandiosi lavori tecnici di gallerie, spianamenti, colmamenti, terrazzamenti, ecc. per creare nuovo spazio fabbricabile. Esempio classico da noi è dato oggi dalla Grande Genova (v. fig. 194), che dopo avere estesa la città nuova con ardite strade sul ripido pendio appenninico sovraincombente al vecchio nucleo portuale, ha riempito e coperto il vasto letto del F. Bisagno, per creare i nuovi quartieri ad oriente della città, verso la « Foce », e da ultimo ha addirittura spianato il Colle di S. Benigno, per inglobare il nucleo urbano satellite di Sampierdarena e fondersi coi grandi quartieri industriali della valle della Polcevera.

Fig. 177. — Bergamo, città sdoppiata (dai tipi dell'I. G. M., f. 33-III-SE, Bergamo).

Se ciò non è assolutamente possibile, come p. e. nelle città di laguna, queste in un momento di forte espansione, generano un nuovo nucleo distante da esse, ma unito da rapidi mezzi di comunicazione. Così Venezia, affollata sulle isole del suo estuario, ha oggi creato in terra ferma, alla distanza di 9 km., il nuovo centro industriale di Marghera, ed ha catturato anche Mestre, unendosi ad essi col nuovo ponte sulla laguna,

Fig. 178. — Bari, città vecchia peninsulare e nuova di terraferma (dai tipi dell'I. G. M., f. 177-II, Bari).

Nuova York oltre l'East River, si è espansa nella Long Island ed oltre l'Hudson e la Newark Bay ha assorbito Jersey City e Newark, unendole al centro di Manhattam con rapidissimi mezzi di trasporto.

Per le città sorte sulle rive di un gran fiume di pianura, come Verona sull'Adige, Firenze e Pisa sull'Arno, Vienna e Buda-Pest sul Danubio, Colonia sul Reno, Parigi sulla Senna ecc., il fiume non è mai stato di grande ostacolo allo sviluppo urbano. Di solito, ben presto si forma sull'opposta sponda, una « testa di ponte », che poi si sviluppa, con maggiore o minore rapidità del nucleo originario e si moltiplicano i ponti fra le due rive, cosicchè il fiume stesso assume funzioni di organo interno della vita cittadina.

Gli ostacoli artificiali all'estensione urbana (mura, bastioni, fosse, canali, strade e linee ferroviarie di cinture ecc.), una volta cessata la loro funzione, sono facilmente spezzati ed abbattuti; vi si praticano dapprima breccie e passaggi e poi la loro demolizione si completa, nei più intensi periodi di vita urbana.

Le grandi città storiche, come Roma, Milano, Bologna, Parigi, Vienna, Berlino ecc. forniscono esempi notissimi di successivi abbattimenti di antiche cerchie, al cui posto si apersero i nuovi viali periferici (*circonvallazioni*, *boulevards*, *paseo*, *Ring*, *Gürtel* ecc.), oltre i quali si estende la città nuova. Le cinture concentriche di viali attestano gli stadi successivi dello sviluppo urbano (*boulevards interieurs* o *grands boulevards*, *boulevards exterieurs* e *enceinte* a Parigi, *Ring* e *Gürtel* a Vienna, *cintura dei navigli* e *linea dei bastioni* a Milano). Invece le città moderne, come quelle del Nuovo Mondo, mancano di queste caratteristiche strade concentriche, ma presentano piuttosto, al limite della pianta tentacolare ed all'ingiro, una corona di nuclei minori, vere *città satelliti*, che gravitano sul nucleo maggiore. Per ragioni storiche od ambientali, lo sviluppo estensivo è invece avvenuto assai tardi, per alcuni centri urbani, come per es. Grosseto (fig. 179), città chiusa di maremma, circondata da paludi, che solo in questi ultimi anni, dopo bonificato il territorio circostante, si è estesa rapidamente fuori dei suoi bastioni, così da raddoppiare la sua area. Invece Lucca, che finora ha avuto carattere prevalente di capoluogo agricolo, solo da poco ha iniziata la sua fase espansiva, cosicchè è ancora chiusa entro la cinta delle sue massicce « Mura » (fig. 180) trasformate in viali.

Fig. 179. — Grosseto, città murata di recente sviluppo (dai tipi dell'I. G. M., f. 128-III-NE, Grosseto).

In casi speciali è di ostacolo all'espansione cittadina anche il confine

politico, entro il quale si addensa la città, per non esistervi un ostacolo materiale che ne impedisca lo sviluppo, così per la Città del Vaticano, per Monaco Principato, per Basilea, ecc. Talvolta l'impedimento proviene da divieti di «servitù militare», per città in particolare funzione strategica, in un determinato momento storico, come è avvenuto per Verona — che rimase chiusa entro le mura e i bastioni comunali e veneti fino ai primi anni del sec. XX e per Alessandria, che, sul Tanaro, guarda il passaggio verso la pianura di Marengo.

Fig. 180. — Lucca, città murata, non ancora sviluppata (dai tipi dell'I. G. M., f. 105-IV-SO, Lucca).

I caratteri morfologici delle varie parti di una città — la quale nella sua espansione non abbia avuto necessità di adattamento a condizioni limitatrici dello spazio — rispondono in buona parte ai caratteri etnici e alle esigenze del periodo storico in cui vennero sviluppandosi.

La *pianta urbana* — che è data dalla forma, dimensione e situazione reciproca degli « isolati » di case, rispetto alle vie e alle piazze — può essere quindi assai diversa nelle varie parti, che costituiscono la città; ma di solito, nei centri urbani dove è conservato il nucleo antico, questo mantiene i caratteri topografici originari.

Delle città dell'Antico Oriente, a forma circolare o quadrangolare (Egitto, Mesopotamia, Assiria), non si hanno più che tracce, perchè le lunghissime vicende storiche e le invasioni arabe e turche hanno completamente distrutto quei giganteschi agglomerati urbani, alcuni dei quali avevano una superficie enorme, ma non tutta occupata da costruzioni (la superficie di Babilonia era di ben 480 Kmq.).

Anche delle prime città greche, sui margini del Mediterraneo, non rimangono che rovine; esse avevano varia struttura, ma nel complesso erano città aperte (Atene, Tebe ecc.), con reticolato stradale irregolare, dimore piccole densamente aggruppate attorno all'*acropoli*, che soltanto dopo il VI e V sec. a. C., cominciarono a cingersi di mura e a regolarizzarsi nella planimetria a schema rettangolare

Le città etrusche, a pianta quadrangolare, e circondate da mura ciclopiche, furono i prototipi delle città latine e romane, con limitazione rigorosa del territorio circostante, mediante un solco scavato con l'aratro (*urvus*, dal quale derivò il nome di *urbs*), spesso con perimetro quadrato (la « Roma quadrata » del Palatino) e circondate da mura.

Le città che, man mano, vennero sotto il dominio di Roma o dai romani furono fondate, ebbero tutte, a somiglianza dell'Urbe, un *Foro* o larga piazza, per il mercato, con un tempio (*Capitolium*) e la *basilica*, e una pianta più o meno quadrata, circondata da mura, fuori delle quali v'era il *circo* e lo *stadio*.

Questi elementi — che i Romani applicarono nella fondazione di città in tutte le regioni dell'Impero, così in Britannia come in Germania, in Spagna e

nella Gallia, in Africa come nell'Asia Minore e nella Dalmazia — si riconos[illegible] spesso, ancor oggi, nel nucleo antico delle [illegible] città [illegible] pria degli accampamenti militari (*castra*) dai quali le città di [illegible] sono derivate.

Il *cardo maximus*, orientato da mezzogiorno a settentrione, e il *decuma[illegible] maximus*, normale al primo da levante a ponente, e i *cardines* e i *[illegible] [illegible]nores*, a quelli paralleli, e comprendenti fra loro le *insulae* dei cas[illegible], [illegible] vano ancora conservati, nelle loro linee fondamentali, in molti centri italiani [illegible] stranieri di origine romana, così a Firenze, a Bologna, a Modena, [illegible] Piacenza, a Lucca, a Napoli, a Torino, ad Aosta, a Strasburgo, a[illegible] Leichester ecc.

Fig. 181. — Bologna, città a struttura bicentrica
(dai tipi dell'I. G. M., f. 87-I-SE, 87-II-NE; 87-II-NO, 87-I-SO, Bologna).

La città *chiusa* medioevale, circondata di mura, si svolse attorno al nucleo antico romano a base ortogonale, ma ha carattere del tutto distinto, con pianta *concentrica* o *bicentrica*, come appare nella planimetria di Bologna (fig. 181), dove ai poli estremi del decumano romano (la « Via Aemilia ») si innestano due raggere di strade adducenti alle porte della città.

Questo schema radiocentrico, di origine barbarica, così caratteristico delle città medioevali, in molti casi presenta uno sviluppo edilizio ad *avvolgimento*, attorno ad una cattedrale, ad un mercato, ad un castello, così la città di Milano, la quale è andata crescendo per successivi e più vasti anelli concentrici di estensione. Questo sviluppo anulare, che troviamo in alcune città italiane, sorte dopo il sec. XI, ebbe notevole sviluppo in Francia e sopratutto in Germania, dove si hanno caratteristiche creazioni urbane di questo tipo, quali Friburgo, Monaco, Berna ecc. Nelle città medioevali, gli « isolati » di case sono piccoli ed adden-

sati, con cortiletti interni, talora di uso pubblico, enorme è il groviglio delle strade lunghe, ma molto strette (*vie, vicoli, chiassi, calli, rughe* ecc.), per cui la rete stradale supera in media i 100-150 m. per ettaro di superficie cittadina, numerose sono le piazze, distinte e specializzate (piazze religiose, civili, di mercato) e distinti più i *quartieri etnici* abitati da greci, da turchi, da toscani ecc. e col « ghetto » per gli ebrei, specie in Germania e in Italia (Padova, Roma, Praga ecc.) e i veri quartieri o *vie professionali* dei mestieri e delle arti, il cui ricordo è rimasto nel nome di certe strade (via degli Orafi, dei Funari, degli Spadari, ecc.) e, in alcune città v'è anche un proprio quartiere universitario (Tolosa, Parigi, ecc.)

Col Rinascimento si arresta la fondazione e lo sviluppo delle città che invece si trasformano, per rendere più bella e comoda la residenza delle corti principesche e per adattarsi all'uso delle armi da fuoco. Così mentre si creano *quartieri residenziali* per i principi e la corte, viene sostituita la cinta murata medioevale con la « cortina » bastionata, a cui si accompagna la tendenza al contorno poligonale della cinta, di cui abbiamo moltissimi esempi nelle nostre città italiane (Lucca, Grosseto, Ferrara, Parma, Reggio Emilia, Guastalla, Piacenza, Alessandria, ecc.; vedi figg. 179 e 180), ed anche alla *forma stellata* delle città fortezze, come Palmanova del sec. XVI, presso il confine in Friuli, fra la Repubblica Veneta e l'Impero.

Con la metà del sec. XIX si inizia una nuova fase nello sviluppo topografico delle città europee, grazie allo sviluppo industriale e specialmente dei mezzi di trasporto (ferrovie), che richiamando le masse rurali nelle città provoca un vertiginoso addensamento della popolazione, cosicchè la topografia della città ingigantisce rapidamente, e si allargano le vecchie strade medioevali, squarciando gli antichi quartieri. Alla periferia, fuori delle mura, si accumulano intanto gli stabilimenti, le stazioni ferroviarie, le officine, i casoni operai, gli ospedali, finchè dietro l'esempio della Parigi di Napoleone III e di Vienna, si abbattono le mura e i bastioni e sul loro perimetro si creano i grandi viali, *boulevards, quay* ecc. e le larghe vie adatte al traffico attuale, seguendo un « piano regolatore » predisposto e dando luogo ad un nuovo tipo di città *monocentrica* radiale o anulare, tipo Milano, Bologna, Parigi ecc. con uno sviluppo medio di circa 50 m. di strade per ettaro di superficie costruita; mentre altre, come quelle di mare, si sono sviluppate linearmente lungo la costa (es. Genova, Napoli ecc.).

Vi sono però anche città aperte assai popolate ed estese, come quelle frequenti in Puglia, che per il loro carattere prevalentemente rurale, assumono una forma *stellare*, lungo le vie di comunicazione che dal centro cittadino portano, secondo linee di minor percorso, ai poderi disposti all'ingiro (es. Foggia) ed altre di ricostruzione recente dopo il terremoto del sec. XVII, come Grammichele ed Avola in Sicilia, con piante regolarissime e strade disposte a raggera.

Nel Nuovo Mondo e in Australia — dove le città furono fondate come tali, presso i porti o le stazioni ferroviarie, su un piano prestabilito che regola tanto l'attuale che il loro futuro sviluppo — le città sono aperte e le loro piante urbane, generalmente a *scacchiera*, hanno una grande regolarità geometrica, pur con diversa orientazione delle vie, adattata alle condizioni locali (corsi d'acqua, rive marittime, rilievi ecc.), per cui la pianta risulta talora assai complessa (Nuova York, Filadelfia, Buenos Aires ecc.).

Nelle grandi metropoli americane e nelle parti nuove di quelle europee, la forma degli isolati di case (i così detti *blocchi*) è oblunga piuttosto che quadrata, e a maglie molto più ampie dei graticolati romani, ed includono estesi *parchi* e *giardini*, caratteristici delle città anglosassoni, con un centro destinato agli affari (la « city » propriamente detta), con edifici, che per la scarsità e il prezzo dell'area costruttiva, s'innalzano nei famosi *grattacieli*, popolati di giorno e deserti di notte; giacchè le dimore private, spesso costituite da villini isolati (« cottages »), sorgono alla

[illegible] anche per le [illegible] [illegible]

Nelle città del Levante mediterraneo, oltre la netta divisione in quartieri abitati da genti diverse (arabi, ebrei ecc.), è tipica la struttura a vicoli tortuosi e strettissimi, che spesso muoiono ciechi in qualche piazzetta interna, con case che non hanno finestre sulla via, ma bensì nei numerosissimi cortili; notevole è pure la presenza di *bazar* o *suk* coperti, dove si svolge la vita del piccolo commercio (Cairo, Tripoli, Tunisi ecc.).

Fig. 182. — Asmara, città coloniale (dai tipi dell'I. G. M., « Asmara e dintorni »).

Nelle città dell'Estremo Oriente, la separazione dei vari quartieri indigeni da quelli europei è ancora più netta, valga l'esempio dei quartieri cinesi di Giava e di quelli di Hong-kong, Sciangai, Tien-tsin, ecc. e che si ha pure in alcune città americane, come le « China-town » di Nuova York, S. Francisco ecc. Questa divisione, già antichissima, ha dato luogo a schemi di città molto regolari, come alcune città cinesi, quale Pechino, distinto nella città tartara e nella città cinese, ambedue circondate da mura, oppure fondate con questi caratteri cinesi, quale ad esempio Mandalè nell'Indocina.

Tipici sono anche gli sviluppi di alcuni centri coloniali, come Addis Abeba, che prima della trasformazione quale capitale dell'Impero dell'Africa Orientale Italiana, era molto estesa e diffusa nella sua parte etiopica, e con il nucleo residenziale governativo e militare al centro (*ghebi*). Altro esempio è quello dell'Asmara nella Colonia Eritrea (fig. 182), ove oltre al vecchio villaggio, formato da case a terrazza addossate le une alle altre e separate da viuzze strette e irregolari, prima dell'odierno sviluppo, vi era il « mercato » con le capanne cilindriche (*tucul*), ben spazieggiate ed allineate in serie parallele e, più lontano, la città europea, con gli edifici governativi e gli accampamenti militari stabili.

Cap. XXX.

LE COMUNICAZIONI

§ 156. — Le vie di comunicazione terrestri. — Gli uomini, quali esseri socievoli e diversamente addensati sulle regioni del Globo, tendono a venire in contatto fra loro e a scambiarsi i prodotti vegetali, animali e minerali variamente distribuiti sulla superficie terrestre. Ciò porta ad un movimento attraverso lo spazio di persone e merci (*traffico*), che si effettua

usando mezzi di trasporto e seguendo particolari [illegible] rapporto alle condizioni fisiche dell'ambiente [illegible] grado di sviluppo civile delle popolazioni.

Se questi movimenti avvengono sul mare, [illegible] flutti, ma il solco scompare ben presto dietro di lui, per cui non [illegible] apprezzabile che la direzione seguita (*rotta*). Invece sulla terraferma il suolo conserva più a lungo le orme del passaggio umano, che danno luogo alla *strada*, elemento spaziale, che nella sua più semplice espressione è la traccia permanente del ripetuto transito degli uomini in una determinata direzione; sia essa il sentiero sottile, percorso dagli indigeni attraverso il groviglio della foresta equatoriale, sia la mulattiera che sale ai valichi montani o la grande, moderna autostrada dei paesi civili. Qualunque sia il tipo della strada essa è un elemento spaziale e quindi un fatto geografico di *occupazione improduttiva del suolo* (Brunhes), nel senso che l'area occupata da essa viene sottratta allo sfruttamento diretto da parte dell'uomo, al quale però, come la casa, è economicamente molto utile, rispondendo ad una necessità umana primordiale.

I vari tipi di strade dipendono dalla loro diversa funzione di collegamento che esse compiono fra insediamenti umani, dai mezzi di trasporto che le percorrono e dalla intensità del traffico; elementi che sono variabili nei diversi momenti storici e nelle diverse fasi dello sviluppo tecnico dell'attività umana, mentre il tracciato della strada sul suolo è piuttosto influenzato dal fattore costante delle condizioni fisiche del terreno. Le vie di comunicazione, qualunque sia la loro origine, evoluzione e coordinamento di tipi gerarchici, tendono a riunirsi in un complesso ed organico sistema stradale, a somiglianza di quanto avviene in una rete idrografica formata di ruscelli, di torrenti, di fiumi.

D'altro canto le strade, favorendo la circolazione, generano altri fatti d'insediamento umano, quali i centri abitati, i mercati, i porti ecc., che sorgono di solito colà dove un ostacolo (fiume, palude, mare, montagna ecc.), per lo sforzo che richiede nel superarlo o per il necessario cambiamento del mezzo di trasporto (navigazione, traghetto, trapelo ecc.), impone un arresto al traffico e determina punti obbligati di fermata, concentrando così in determinati punti fissi il fascio delle vie di una regione.

Fino dall'antichità, certi valichi montani, sulle Alpi, come sull'Himalaja, si sono imposti quali transiti obbligati ai movimenti umani: il Monginevra e il Piccolo S. Bernardo nelle Alpi Occidentali, le strette di Gulak o Porte Cilicie, la gola di Cabul fra l'Iran e l'India, sono infatti disseminati di resti preistorici. Le stesse piste furono seguite da successivi gruppi umani e popoli nei loro movimenti collettivi: migrazioni elleniche e poi slave e valacche si sono seguite per il Colle di Metzovo, fra l'Epiro e la Tessaglia; attraverso al Brennero scesero in Italia tribù galliche e germaniche; per il Passo di Cabùl durante i secoli, orde di ariani prima, di sciti e di mussulmani poi, invasero la pianura dell'Indo; lungo i sentieri rupestri paralleli al Fiume Azzurro e al Mekong si strinsero i legami storici fra la Cina e il Tibet; la via del Nilo ha fatto penetrare la civiltà mediterranea fino nel cuore del Continente nero. Nel corso dei secoli però, molti di questi percorsi hanno cambiato di tipo e di intensità nel loro traffico, col variare dei mezzi di trasporto, e dell'attività economica delle regioni confinanti; le millenarie piste carovaniere

del Sahara hanno cambiato più volte; ai passaggi attraverso le Alpi Occidentali ed Orientali, prevalenti all'epoca romana, si sono aggiunti poi quelli attraverso le Alpi Centrali; i percorsi trasversali alla Pianura Padana si alternarono con quelli longitudinali, e ciò portò sempre al fiorire o al decadere di centri abitati, che di questi traffici vivevano

La strada è in funzione dei mezzi di trasporto, ma questi, a lor volta, dipendono dalla morfologia del rilievo e dalla natura della copertura vegetale. Così i trasporti a *spalla* d'uomo o a *soma* d'animale sono prevalenti nelle regioni accidentate, quelli a *trazione* animale o meccanica sono normali nelle distese pianeggianti.

Si possono così distinguere vari tipi di strade: le *vie naturali* (*sentieri, piste, mulattiere*) da un lato, le *artificiali* (*strade carreggiabili, carrozzabili*) dall'altro. Queste ultime poi possono essere a fondo *naturale*, dovute cioè soltanto al ripetuto passaggio di uomini e di animali, oppure a fondo *artificiale* quando l'uomo ha reso più compatto e resistente lo strato di copertura, per facilitare il transito dei veicoli.

A) *Vie naturali*. — Il più antico e spontaneo mezzo di trasporto e di circolazione è l'uomo stesso. Esso si carica del fardello da trasportare, sia ponendolo sulla testa che protegge con un cuscinetto (cercine), come in molti paesi della regione mediterranea, sia trattenendolo sul dorso con corregge fissate alla fronte, come fanno i Messicani dell'Anahuac, sia con un bastone appoggiato alle spalle, come i « coolies » indiani, sia con la gerla come i nostri montanari.

È questo mezzo di trasporto che ha tracciato i *sentieri naturali*, che ancor oggi si aprono e si moltiplicano spontaneamente attorno alle abitazioni umane, per quanto piccole e temporanee. Sebbene i trasporti di tal genere siano lenti e costosi, e quindi, appena possibile, siano sostituiti da altri meno faticosi, essi rimangono tutt'ora il mezzo quasi unico nelle regioni dove non è possibile il trasporto animale, come nelle foreste vergini dell'Africa centrale, dove la mosca tsè-tsè è mortifera per gli animali da trasporto; come anche nelle zone di alta montagna, dove la ripidità del rilievo non permette agli animali di arrampicarsi, e dove la costruzione o l'apertura di strade adatte non sia richiesta dai bisogni di un traffico di grande mole. Sui monti, verso le alte vette, così dell'Himalaia come delle Alpi e delle Ande, il sentiero, che nelle grandi pianure erbose, rimane mobilissimo e vagante, si fissa perchè la configurazione del suolo impone punti obbligati di transito; si tratta però di sentieri percorsi da piccoli gruppi di uomini e il traffico vi è saltuario e scarso. Nell'ilea africana invece, l'esportazione dei ricchi prodotti forestali è fatta ancor oggi per mezzo di vere carovane di *portatori* negri, ciascuno dei quali può portare 25-40 kg. sulla testa, camminando per 7 o 8 ore di seguito, percorrendo circa 25 km. al giorno. Carovane di portatori sono ancora in uso in certe regioni, dove l'enorme densità della popolazione rende così svilita la mano d'opera umana, che ogni altro mezzo risulta più costoso, come avviene nella provincia cinese dello Tze-jang

L'ostacolo maggiore che incontra il trasporto a mezzo dei portatori, è quello del passaggio delle acque interne, laghi o fiumi, per effettuare il quale dagli indigeni si usano galleggianti fabbricati con materiali locali, come le piroghe scavate in un tronco d'albero dagli indiani, nelle regioni boschive dell'America bo-

reale o le zattere costruite dai araucaniani delle Ande del Cile [illegible] gioni steppiche, dall'Eufrate fino in Cina, si usano le pelli d[illegible] fanno da galleggianti, oppure nelle foreste equatoriali e monsoniche dell'Africa centrale e delle catene himalaiane, si costruiscono con le liane, leggeri, sottili, ma robusti ponti sospesi, che permettono agli indigeni [illegible]

Ma l'Asia centrale, l'India, il Sudan, la regione montuosa berbero-iberica, l'Europa centrale, le Ande hanno conosciuto ben presto l'addomesticazione degli animali, da servire come aiuto all'uomo per i suoi trasporti di merci e persone.

Nelle regioni steppiche, fin dall'epoca neolitica, cavalli e cammelli, animali marcianti, furono allevati per il trasporto *a soma* delle merci. Ma il cavallo ben presto fu riservato per portare l'uomo velocemente a grandi distanze; mentre il cammello, nelle sue diverse razze, importato dall'Asia centrale nelle regioni desertiche come bestia da soma, divenne l'animale prezioso dei trasporti attraverso le zone aride anecumeniche, le quali separano ricche regioni abitate. Esso, ad onta della sua scarsa velocità (circa 4 km. all'ora), per le sue virtù di sobrietà, di istinto della direzione fra le mobili dune degli « erg », per la sua resistenza alle lunghe marcie, ai calori diurni ed ai freddi notturni, rappresenta la vera « nave del deserto ». I cammelli, riuniti in grandi *carovane* (*karavan* in persiano, *gafla* nell'Africa settentrionale) per reciproco aiuto e sicurezza, da millenni attraversano il deserto del Sahara e hanno segnato le *piste* (*gassi*) che, da un pozzo all'altro, da un'oasi alla successiva, hanno reso lucide le rocce degli « hamada » pietrosi e disseminate dalle loro carogne le ciottolose distese dei « serir », fra l'Africa mediterranea e il Sudan. Anche nell'Asia centrale carovane di cammelli scendono nell'Afganistan e nell'India; altre da Pechino salgono nella Mongolia e in Siberia, mentre dalla Persia, per Bagdad, vengono al Mediterraneo orientale.

A questo stesso gruppo di strade a *pista*, rientrano i *tratturi* (v. fig. 155), le vie pastorali che in Italia, fra gli Abruzzi e la Puglia, in Spagna fra la « Meseta » e le catene costiere, sono state tracciate dal calpestio secolare dei greggi ovini migranti (da noi presentano una larghezza normale di 60 « passi geometrici », pari a m. 111), la cui organizzazione risale all'epoca medioevale, ma che in molti tratti sono ricalcate sulla antica rete stradale romana. Simili fasci di sentieri pastorali si trovano in tutte le zone steppiche del Mediterraneo, così in Sardegna, nella « gefara » tripolina, sull'altipiano cirenaico, come sul Pindo, in Macedonia e, in Africa, sul bassopiano costiero eritreo. Nè è possibile dimenticare le *vie armentarie*, che nelle Alpi, come nei Pirenei, nei Carpazi e sull'Himalaia, si diramano dai ricoveri notturni temporanei (malghe e casere) e sono seguite giornalmente dai bovini, che estivano sui pascoli di alta montagna.

Oltre al cavallo, gli uomini fin dall'antichità usarono, quale animale da soma, l'*asino* di origine africana, che è ancor oggi il mezzo di trasporto più usato dagli indigeni sugli altipiani dell'Africa Orientale; mentre nel Mediterraneo esso fu sostituito dal *mulo*, incrocio dell'asino e del cavallo, che si trova già figurato nelle sculture assire, e che da tempi antichissimi era

usato nel Tibet. Per le sue qualità, di forza, di resistenza, di sicurezza di marcia, soprattutto nei terreni acclivi, esso è divenuto per eccellenza l'animale da *soma* (può portare da 130 a 175 kg. di carico per 50-60 km. al giorno, durante anche 5-6 settimane di seguito) dall'Aquitania alla Spagna, dalla Sardegna al Pindo, dall'Armenia alla Cappadocia, dal Tibet alla Cina del Nord, dalla Bolivia all'Argentina. Per questo animale da trasporto furono create speciali vie, le *mulattiere*, il *camino de harradura* degli spagnoli, che rappresentano il tipo di strada proprio delle regioni montuose, ripido e ristretto (lo spazio necessario per un mulo carico può ridursi a m. 1,25), che si dirama e si arrampica sui pendii più erti. Le penisole mediterranee, l'Atlante marocchino, le catene del Ponto, i rilievi dell'America spagnola e portoghese hanno tutti una estesa rete di strade mulattiere e le stesse Alpi, prima di avere le grandi arterie di comunicazione internazionali, avevano un proprio sistema di vie mulattiere, attraverso i più depressi valichi, lungo le quali, per secoli, transitò tutto il commercio fra il Mediterraneo e il centro d'Europa. Oggi ancora le mulattiere si sviluppano su tutti i rilievi del Mondo, al disopra di una certa altezza, e anzi in molte regioni del Globo esse sono ancora le comunicazioni caratteristiche ed esclusive.

Ma nella storia della civiltà, al sistema del *portare*, dove possibile, si sostituì ben presto quello del *trascinare;* mezzo ancora oggi usato su tutte le montagne, per far scendere in basso carichi di legna o di fieno, come sulle Alpi con la *treggia* la quale, per il suo attrito sul suolo, fa da freno al carico, che scivola per forza di gravità, su strade speciali assai ripide, preparate dall'uomo, e spesso armate di tronchi di legno, come nelle montagne boschive dei Carpazi.

Gli animali domestici, oltre che per il trasporto a soma, furono usati, fino dagli albori della civiltà, per il *trascinamento* dei pesi (tronchi d'albero, blocchi rocciosi ecc.) sotto i quali sembra che gli Assiri, per primi, interponessero dei *rulli,* per trasformare l'attrito radente in quello volvente, facilitando così il trasporto.

Il trascinamento o lo *scivolamento*, rimane anche oggi il mezzo di trasporto più usato nelle stagioni fredde, nelle regioni nevose e gelate, come la Russia, la Siberia e il Canadà, dove durante il lungo inverno, sono possibili i transiti con *slitte*, trascinate da cavalli, con piste tracciate in tutte le direzioni, sopra il terreno gelato, e specialmente sui corsi d'acqua, sui laghi, mentre allo sgelo primaverile (« rasputisna » in Siberia) il terreno trasformato in pantano, le campagne inondate, i fiumi in piena sospendono per diversi mesi qualsiasi forma di transito da occidente ad oriente.

Dai rulli si passò alla ruota, che può essere ritenuta come una delle maggiori conquiste dell'umanità, perchè il *veicolo a ruote* permise il *traino animale* di forti carichi e rese possibile veramente il grande traffico, cioè il maggiore scambio di persone, di prodotti e di civiltà. Per rispondere alle necessità del trasporto con veicoli a ruote si sviluppò un'apposita rete stradale (*carreggiabile*), che si svolge su tutti i continenti e sotto tutte le latitudini. Anche le carreggiabili furono dapprima piste, che correvano su

una larga fascia assai mutevole; ma in seguito le piste naturali si trasformarono in strade a fondo artificiale e quindi a sede fissa, che limitate in principio a tronchi isolati nei dintorni delle città andarono man mano estendendosi in modo, da collegarsi in complesse reti di strade di comunicazioni.

L'impiego del veicolo a ruote ha pure il suo dominio geografico: esso ebbe presto sviluppo sopratutto nell'interno pianeggiante dei grandi continenti, in Europa come in Asia, e più tardi in America e nell'Africa australe. Mentre le dune e le sabbie desertiche delle regioni tropicali con la loro mobilità, le nevi invernali e le fanghiglie primaverili delle regioni settentrionali formano ostacolo al volgere della ruota e sospendono la circolazione, le grandi superfici aperte delle steppe e praterie della zona temperata, quali le estese pianure dell'Europa centrale ed occidentale, la « uta » fra il Tell e il Sahara algerino, le vaste distese del Pengiab e quelle a nord della Siria e della Mongolia, i bacini interni dell'Asia, dal Volga alla Cina, i « karrù » dell'Africa Australe e le « pampas » argentine sono il dominio del trasporto per carri trascinati da animali, siano essi cavalli, asini o buoi, che tracciarono i primi solchi di strade, lungo le quali si sono formate ben presto stazioni di sosta e riposo, che diedero personalità e persistenza a queste vie interne, che, come quella che da Pechino va alla Mongolia, sembra risalga ad 8 sec. avanti la nostra Èra.

Si pensa che la ruota piena o a raggi, dovette essere usata dapprima nelle regioni temperate boschive dell'Emisfero boreale, dove si trovano alberi a duro legname, necessario per la costruzione della ruota e sopratutto per il mozzo, come il rovere e il faggio. Infatti le più antiche strade *rotabili naturali* conosciute si trovano nelle regioni pianeggianti dell'Europa centrale e del Mediterraneo, dove il carro da guerra figura nella storia dei più antichi popoli, mentre nell'Egitto compare solo verso la metà della XVIII dinastia, circa 1800 anni a. C. Nelle zone desertiche invece l'uso del carro è più tardivo, e pare che il traino animale non fosse usato in Arabia, nemmeno al tempo di Strabone.

Anche l'assenza di grandi ostacoli nelle immense pianure del Vecchio e del Nuovo Mondo spiega la facilità con la quale su queste rotabili naturali si stabilirono comunicazioni regolari in tutti i secoli, come quelle dalla Zungaria al Mar Caspio, al tempo dell'Impero Mongolo, e quelle spagnole sulla « Santa-Fe Trail », che già nel sec. XVIII, attraversavano, per oltre 2000 km., le Praterie dell'Ovest, dalle Montagne Rocciose al basso Missurì.

B) *Strade artificiali*. — La circolazione dei veicoli a ruota, divenendo sempre più intensa col progredire della civiltà, impose la costruzione e il mantenimento di *strade artificiali*, su sede fissa, con robusta massicciata di rocce dure, fornite dai materiali locali (graniti, scisti, calcari, basalti ecc.) e connessi fra loro, per resistere all'usura dei veicoli, e insieme richiesero la costruzione di opere d'arte (ponti, gallerie, muri di sostegno, e la sistemazione di curve e pendenze nei limiti compatibili con le necessità del traffico. La costruzione e il mantenimento di queste strade artificiali rese necessario anche l'intervento di enti pubblici, a vantaggio della collettività a cui le strade servivano. Al tracciato di queste vie artificiali,

dove più facile e comodo era il transito, venne poi a coordinarsi tutta la rete di vie naturali, piste, sentieri, mulattiere, per cui tutto il sistema stradale di una regione assunse un carattere unitario, ed è divenuto per questo un elemento caratteristico nel paesaggio umano dei singoli paesi.

Già nella remota antichità i Cinesi in Asia avevano costruito strade pavimentate, e anche Omero parla dell'esistenza di strade a Cnosso e a Troia in età minoico-micenea, strade che i greci migliorarono riducendo le pendenze e facilitando i passaggi, col girare attorno ai rilievi e coll'innalzare dighe sui terreni paludosi.

Grandi strade, atte al transito degli eserciti e su cui si svolgeva anche un servizio postale erano state costruite dai Re persiani. Ma si deve ai Romani la concezione ed attuazione di un sistema organico ed unitario di strade di grande comunicazione, costruite appositamente, ad opera di tecnici e militari, con fondo stradale a più strati e a grandi lastroni di pietra cementati (larghezza media della sede stradale 8 o 10 m.), con numerose opere d'arte (ponti, gallerie, trincee ecc.) vero prototipo delle strade moderne.

Questo esteso sistema delle grandi strade consolari (*viae publicae*) — che faceva capo all'Urbe, ed aveva una lunghezza complessiva di circa 150.000 Km., su cui circolavano veicoli perfezionati, come la « rheda » leggera e comoda per viaggiatori e il pesante « plaustrum » da carico — fu il mezzo più efficace per estendere e consolidare il dominio romano su tutto il Mondo allora conosciuto e per diffondere la stirpe, la lingua, la cultura, la civiltà di Roma. Quando l'Impero cadde, sulle vie romane continuarono a circolare mercanti e pellegrini, armati ed invasori, che confluivano a Roma, da dove l'influenza della nuova civiltà cristiana si diffuse in tutta l'Europa. Ma nell'alto Medioevo, in corrispondenza all'invasione dei barbari, s'inizia un lungo periodo di stasi e di regresso nella viabilità; le guerre, l'anarchia, la mancanza di un forte potere centrale fecero trascurare o addirittura distruggere le grandi strade romane; solo più tardi, con la rinascita delle città, durante l'epoca comunale, le vecchie strade furono riattate, nelle vicinanze dei centri urbani, per favorire l'afflusso ai loro mercati.

È solo dopo una parentesi di quasi 1400 anni — durante i quali nulla o poco si fece per migliorare i trasporti — che nel sec. XVII, con il Colbert e lo Stato accentratore di Francia, si costruiscono nuovi tipi di veicoli e l'Impero, i Regni e le Signorie migliorano e tracciano nuove vie secondo un sistema stradale adattato alle nuove necessità politiche. Nei primi decenni del sec. XVIII si istituiscono i servizi regolari di posta, si organizza in Francia il Corpo degli ingegneri dei ponti e strade, si attuano nuovi perfezionamenti stradali e Napoleone, per le necessità militari del suo impero, lascia un'impronta duratura sulla rete stradale di tutta Europa, specie su quella meravigliosa attraverso i valichi alpini. Analogo periodo di grandi costruzioni stradali troviamo nei nuovi Stati americani sorti ad indipendenza dalle colonie europee, che attrezzano tutta una rete stradale di penetrazione entro il continente americano, specie negli Stati Uniti del Nord.

Nella prima metà del sec. XIX, i trasporti terrestri e quindi le strade ricevono un forte impulso dagli sviluppi industriali e commerciali; ma in seguito, il sorgere e il diffondersi delle ferrovie, lascia neglette le strade carreggiabili, finchè, dopo il 1890, affermandosi vittoriosamente l'automobile, le strade rotabili riprendono il loro perfezionamento, raggiungendo il massimo sviluppo tecnico ed estensivo dopo la Grande Guerra, nei primi decenni del sec. XX, con la creazione anche di apposite ***autostrade***.

Lo sviluppo organico di un sistema stradale è opera di regimi politici forti e di Stati in fase di sviluppo. Così grandi costruzioni stradali si

ebbero all'epoca dell'Impero Romano, nel Periodo napoleonico, nell'Era fascista. Invero le strade ben organizzate, non servono soltanto alla circolazione di uomini e di merci e allo spostamento di forze militari, ma anche alla diffusione di influenze culturali e politiche, cosicchè il loro sviluppo, sopratutto in rapporto alla superficie del territorio a cui esse servono, è uno degli indici del grado di civiltà dei popoli.

Nel 1930 la lunghezza della rete delle grandi strade sul Globo [illegible] seguente numero di chilometri:

	migliaia di km.	superf. in kmq per ogni km di strada
Europa	3.162	[illegible]
Asia	670	995,2
Africa	330	192,5
America	5.720	17,5
Australia	651	32,5
TERRA	10.532	30,7

La lunghezza della rete stradale degli Stati Uniti d'America (km 4.800.000 su km. 5.720.000 di strade in tutta l'America) è oggi maggiore di quella di tutti i continenti d'Europa, Asia, Africa, Australia uniti insieme; se questi avessero ciascuno il numero di km. di strade degli Stati Uniti, la lunghezza stradale del Globo salirebbe a 19 volte l'attuale, cioè a circa 80 mil. di km. Va tuttavia tenuto presente che sullo sviluppo delle strade, oltre alla vastità del territorio, influisce il numero degli abitanti; perchè non hanno bisogno di strade le regioni quasi vuote di uomini (come l'Asia centrale e settentrionale, l'Africa e l'America tropicale ecc.). Importanza grandissima ha poi la natura pianeggiante o meno del territorio su cui si sviluppa la rete di vie, la quale facilita o difficulta lo sviluppo di un sistema stradale completo. Così per es. l'Italia, quasi tutta montuosa, con oltre 50 km. di strade ogni 100 kmq. di superficie, ha una densità stradale relativamente molto più forte, di quanto non appaia dai rapporti numerici, di quella della Francia (42 km.) e della Germania (45 km.), che sono pianeggianti per gran parte della loro area.

La strada è anche oggi il maggior strumento della colonizzazione europea negli altri continenti. In India, la strada da Calcutta a Delhi e Lahore, la « Great Trunk Road » nella pianura Indo-Gangetica, intrapresa nel 1851, è stata la via maestra della effettiva dominazione inglese nell'India; il « trakt », che la Russia aveva tracciato con i deportati da Perm per Omsk, Ircutsk alla Manciuria, fu l'asse della colonizzazione russa in Siberia; la strada trasversale, la « National Road », aperta dagli Stati Uniti, fra il 1811 e il 1833, fino nell'Indiana, fu l'anello di supremazia degli Stati del Nord su quelli del Sud; il dominio francese nell'Algeria interna fu aperto dalla grande strada di Costantina; la penetrazione e la colonizzazione inglese in tutta l'Africa australe, ha seguito le vie aperte dai Boeri nelle steppe dell'Orange e del Transvaal; il consolidamento e l'effettivo dominio del nostro Impero etiopico si appoggia sulla magnifica rete stradale costruita sull'Altipiano abissino dopo la conquista.

I mezzi stessi [illegible] di comunicazione e di trasporto danno luogo anche a peculiari [illegible] *mobilità* della popolazione in essi impiegata, come quella dei *vetturini*, *cantonieri*, *mulattieri*, *carrettieri* ecc., che hanno costituito talora associazioni, sindacati, corporazioni, di valore anche storico.

Molto spesso, gli insediamenti umani (cantoniere, stazioni, villaggi, borghi, città, fortezze) sorgono e si sviluppano lungo le strade di grande comunicazione, il cui movimento essi servono e dominano, sopratutto nei nodi di raccordo stradale, dove esso si smista o subisce una sosta (traghetti, ponti ecc.) o dove la circolazione terrestre cessa (porti fluviali e marittimi). Torino, Milano, Bologna, Firenze, Lione, Parigi, Augusta, Strasburgo, Colonia, non sono che alcuni esempi di città sorte e sviluppate per influenza delle strade. D'altra parte il cambiamento dei mezzi di trasporto può far decadere centri altre volte fiorenti, perchè legati a quel determinato tipo di movimento stradale. Molte sedi, sopratutto montane, anche nelle Alpi e negli Appennini, sono decadute, quando una nuova rete stradale, più rapida, sicura ed economica, ha sviato su nuove direttive il traffico. Ma a lor volta i centri abitati influiscono nel creare e nello spostare le vie; cosicchè il cadere o il sorgere di città e borghi, dovuti anche a ragioni storiche e politiche, porta con sè la decadenza e l'abbandono di particolari strade.

§ 157. — Morfologia della rete stradale. — La distribuzione, l'andamento e le caratteristiche di una rete stradale, possono variare in dipendenza delle condizioni fisiche, sopratutto geognostiche e morfologiche del territorio, e delle vicende umane e storiche, che hanno influito sulla origine delle strade e sulla loro funzione attraverso ai secoli; cosicchè la viabilità di una regione ha propri caratteri distintivi, che si imprimono sul suo paesaggio.

La prima differenza si nota fra due tipi di viabilità, sia essa di mulattiere o di rotabili, che diremo l'uno *orografico*, dovuto all'adattamento del traffico alle regioni montuose, l'altro *idrografico*, che si accosta piuttosto all'andamento dei corsi d'acqua, come in pianura.

Nelle zone montuose le strade tendono a raggiungere i più depressi valichi, seguendo il fondo vallivo, sopratutto ai piedi del versante a solatio, dove sorgono i paesi che la strada unisce, se questo è ampio e pianeggiante, come nelle maggiori valli di escavazione glaciale delle Alpi e nei Carpazi; se poi le valli sono sovralluvionate e disposte da nord a sud (come la valle dell'Adige, parte di quella del Ticino e di quella del Piave ecc.), allora si ha una doppia serie di vie nella parte più alta del fondo vallivo, ai piedi delle ripide pendici, per evitare il pericolo delle alluvioni; vie che sono spesso unite fra loro da strade trasversali, che passano il corso d'acqua su ponti o su traghetti (fig. 183). Se invece il corso d'acqua è incassato e ristretto, come sul Piave a monte di Perarolo o nel Valdarno superiore, presso Arezzo, allora le vie corrono molto discoste e molto alte

sul corso d'acqua, sulle superfici pianeggianti delle [illegible] **terrazze fluviali**.

Le gole ristrette, le soglie profondamente incise, furono [illegible] per secoli, non solo nelle Alpi, ma anche nei sistemi montuosi del [illegible] dalle stesse mulattiere e dai sentieri, e soltanto recentemente le strade poterono attraversarle mediante notevoli e costose opere d'arte (gallerie, [illegible] viadotti ecc.). Le vecchie strade, per evitare alluvioni e valanghe e anche per le condizioni arretrate della tecnica costruttiva, dovevano adattarsi a seguire le valli secondarie e i fianchi e dossi dei monti più elevati, con completa indipendenza dalla rete idrografica, come sugli altipiani della Val d'Isarco, verso il Passo del Monginevra, quello di Sestrière ecc.

Fig. 183. — Coppia di strade sul fondo di Val d'Adige, presso Breonio (dai tipi dell'I. G. M., f. 48-I-NE, Breonio).

Nell'Appennino Toscano e in Sardegna, talora le rotabili e carreggiabili si sviluppano indipendentemente dalle naturali depressioni, sia per la posizione di altura, che hanno i centri che la strada unisce, sia perchè tutta la viabilità di sviluppo arretrato (sentieri, mulattiere, carreggiabili) tende piuttosto ad abbreviare la distanza affrontando forti dislivelli, al contrario di quella moderna, più perfezionata, che svolge la strada a larghe curve e lievi pendenze, allungando il percorso.

Nel Subappenino argilloso o marnoso, così della Romagna, delle Marche e della Toscana, con incisioni ruiniformi (calanchi), frane e smottamenti, la rete stradale segue le dorsali e le linee di cresta divisorie fra i vari bacini fluviali, che in confronto dei fondovalle e dei fianchi, rappresentano le parti più stabili per sostenere così gli abitati, che i sentieri e le strade (fig. 184).

Nelle zone di pianura le difficoltà da evitare o gli ostacoli da superare sono costituiti di solito dalle acque, sia che si tratti di fiumi che possono attraversarsi solo in corrispondenza ai guadi di più facile passaggio, sia che si tratti di acque freatiche affioranti nella zona delle risultive o delle paludi.

Esempio evidente di adattamento a quest'ultimo caso, si ha nella disposizione della rete stradale nel Friuli, dove sulla bibula *alta pia-*

zona l'andamento delle vie (v. fig. 172) è libero e indipendente, mentre nella *bassa* le strade si dispongono parallelamente al corso dei fiumi di risorgiva e le comunicazioni trasversali si allineano al disopra delle testate dei fontanili.

Nelle zone umide e depresse, fin dall'epoca romana, le strade erano costruite su palafitte, oppure elevate su argini di terra, e ancor oggi molte di esse, nella bassa Pianura padana e lungo il corso inferiore dell'Adige, del Brenta, del Piave ecc., corrono sugli argini guardiani seguendo, ad onta dell'allungamento del percorso, le anse di questi fiumi, con funzione nello stesso tempo di strade di comunicazione e di « vie alzaie » o di alaggio. Ed anche quando il letto del corso d'acqua è stato abbandonato o ridotto a semplice canale, la rete stradale rimane connessa con lo andamento degli argini, ciò che risulta caratteristico per i rami morti del Po (fig. 185).

Fig. 184. — Sviluppo di rotabili e carreggiabili sulle dorsali dei rilievi argillosi della Chiana (dai tipi dell'I. G. M., f. 121-IV-NO, Torre e Castello).

Siccome poi, anche in tempi di grandi progressi tecnici, quando si tratta di fiumi notevoli, quali il Ticino, l'Adige, il Piave, il Po, l'Arno ecc. la costruzione di un ponte è opera difficile e costosa, i ponti, compresi quelli di barche, furono per secoli assai scarsi e sono anche oggi in numero limitato, cosicchè la rete stradale di una sponda è spesso indipendente da quella della sponda opposta.

Dove invece, per ragioni di clima arido, come in Calabria, Sicilia, Tunisia, Cirenaica, i corsi d'acqua sono per gran parte dell'anno asciutti (*fiumare, uadi* ecc.) gli ampi letti ghiaiosi, che penetrano nel sistema montuoso, divengono le vie naturali delle comunicazioni durante la stagione secca (*vie estive*); quando queste sono impraticabili sia pure per breve durata, nei periodi delle piene, durante lo sgelo o i forti acquazzoni, si seguono altri tracciati più difficili ed ardui, in sostituzione temporanea delle prime (*vie invernali*).

Nelle regioni pianeggianti, come in gran parte d'Europa e dell'America, le vie non obbligate ad adattarsi alle disuguaglianze e agli ostacoli del suolo, dovrebbero svilupparsi liberamente, con rettifili, che rappresentano la linea di minima distanza fra due punti. Ed infatti così avviene nelle nuove terre coloniali, come in America, per le recenti

arterie stradali. Invece nelle pianure dell'Europa, così [illegible] ria, come da noi in quella Padana, tale caso è assai limitato non solo per gli impedimenti dovuti alle acque, ma anche perchè la viabilità, al di fuori dei tronchi ancora in uso della vecchia rete stradale romana, venne in gran parte sviluppandosi durante il medioevo, su suolo già caduto in possesso privato, per cui le strade dovettero adattarsi ai confini dei fondi, invece che attraversarli, per rispetto al diritto individuale, prevalente in quell'epoca.

Fig. 185. — Rete stradale connessa con l'andamento degli argini lungo i rami morti del Po, presso Gonzaga (dai tipi dell'I. G. M., f. 74-I-NO, Gonzaga).

Di qui una certa irregolarità e inorganicità della rete stradale medioevale, la quale però deve considerarsi come la risultante della sovrapposizione di più sistemi di vie: uno forse primitivo, legato spesso all'andamento dei corsi d'acqua, ed altri successivi, che precedettero o seguirono allo sviluppo di borghi e di città sorte, in molta parte d'Europa, dopo il 1000, ma che si appoggiavano sui resti della rete stradale romana, a maglie ortogonali, variamente modificate, ma pur riconoscibili anche oggi, cosicchè p. es., la Pianura padana può essere classificata come regione a *graticolati stradali* (Marinelli).

Invece nelle pianure aride e senza ostacoli e di più recente insediamento umano, la distribuzione delle vie attorno ai centri assume spesso, così nell'Europa orientale, come nell'America, una struttura radiale, quale risulta dalla possibilità, per i pedoni e per i carriaggi, di muoversi in tutte le direzioni, seguendo la via più breve fra un centro e l'altro. In Italia, la Puglia è regione a *raggere di vie*, forse perchè la viabilità attuale non è che lo sviluppo di quella primitiva su territori i quali, prima che il suolo fosse coltivato e divenisse proprietà privata, erano prevalentemente pastorizi in regime di latifondo. Inoltre le città pugliesi sono abitate prevalentemente da rurali, e abbisognano quindi di un sistema di vie, più brevi possibili, che permettano agli agricoltori di recarsi giornalmente al lavoro dei campi e di ritornare alla sera (fig. 186).

Il sistema stradale a raggera è poi proprio di tutte le zone pianeggianti pascolive, sia degli altipiani alpini, come ad Asiago, sia sopratutto delle regioni steppiche attorno ai pozzi, agli accampamenti, ai luoghi di sosta, da cui si dipartono raggere di sentieri e di vie armentarie, colleganti le zone di pascolo con i luoghi

di abbeveraggio. Esempi numerosi si possono trovare, tanto in Sardegna che in Puglia, nella « Meseta » spagnola e ancora più nella Tripolitania, nella Cirenaica, sull'Altipiano Etiopico e nelle grandi distese delle « praterie » dell'Ovest americano e delle « pampas » argentine.

Un sistema stradale delle zone pianeggianti, dovuto esclusivamente all'opera dell'uomo, è quello dei regolari *graticolati di vie*, di cui si hanno molti esempi nelle zone di recente colonizzazione dei continenti extraeuropei, ma di cui non mancano esempi grandiosi anche nell'Antico Continente, sopratutto come residui della colonizzazione romana.

Fig. 186. — Raggere di vie attorno all'abitato di Cerignola nella Puglia (dai tipi dell'I. G. M., f. 175-I, Cerignola).

L'insediamento romano, nelle parti anche lontane dell'Impero, si svolgeva con la *deduzione di colonie*, sopratutto militari: ai coloni si assegnavano le nuove terre conquistate e la ripartizione avveniva secondo regole precise, che stabilivano, prima di tutto il modo di tracciare con la *groma* (strumento topografico per tracciare angoli retti) il così detto *templum*, cioè due vie normali l'una all'altra, ed esattamente orientate secondo i punti cardinali. L'una di queste vie era il *cardo maximus*, da nord a sud, largo 20 piedi (6 m.); l'altra, da est ad ovest, era il *decumanus maximus* largo 40 piedi (12 m.); paralleli a questi, si tracciavano i *cardines* e i *decumani minores* di 8 piedi di larghezza (m. 2,40), alla distanza fra loro di 2400 piedi (20 actus, cioè 710 m.), che limitavano dei quadrati, detti *centuriae*, perchè formati da 100 parcelle (*sortes*) di due *iugeri* ciascuna, che era in origine la misura del fondo assegnato a ciascuna famiglia dei coloni.

Nelle varie parti d'Italia, ad onta delle vicende di due millenni, più di 10.000 kmq. hanno conservato sul suolo le tracce della colonizzazione

romana, tracce che si riferiscono alla viabilità, ai confini [illegible] e allo stesso andamento delle acque. I migliori esempi [illegible] l'Agro di Capua, e nel territorio di Aversa, dove la [illegible] dale è conservata con esatta orientazione delle centurie [illegible] sul tipo e forma dei centri rurali. Anche nella Pianura emiliana [illegible] cora evidenti le tracce del graticolato romano, non solo nell'[illegible]

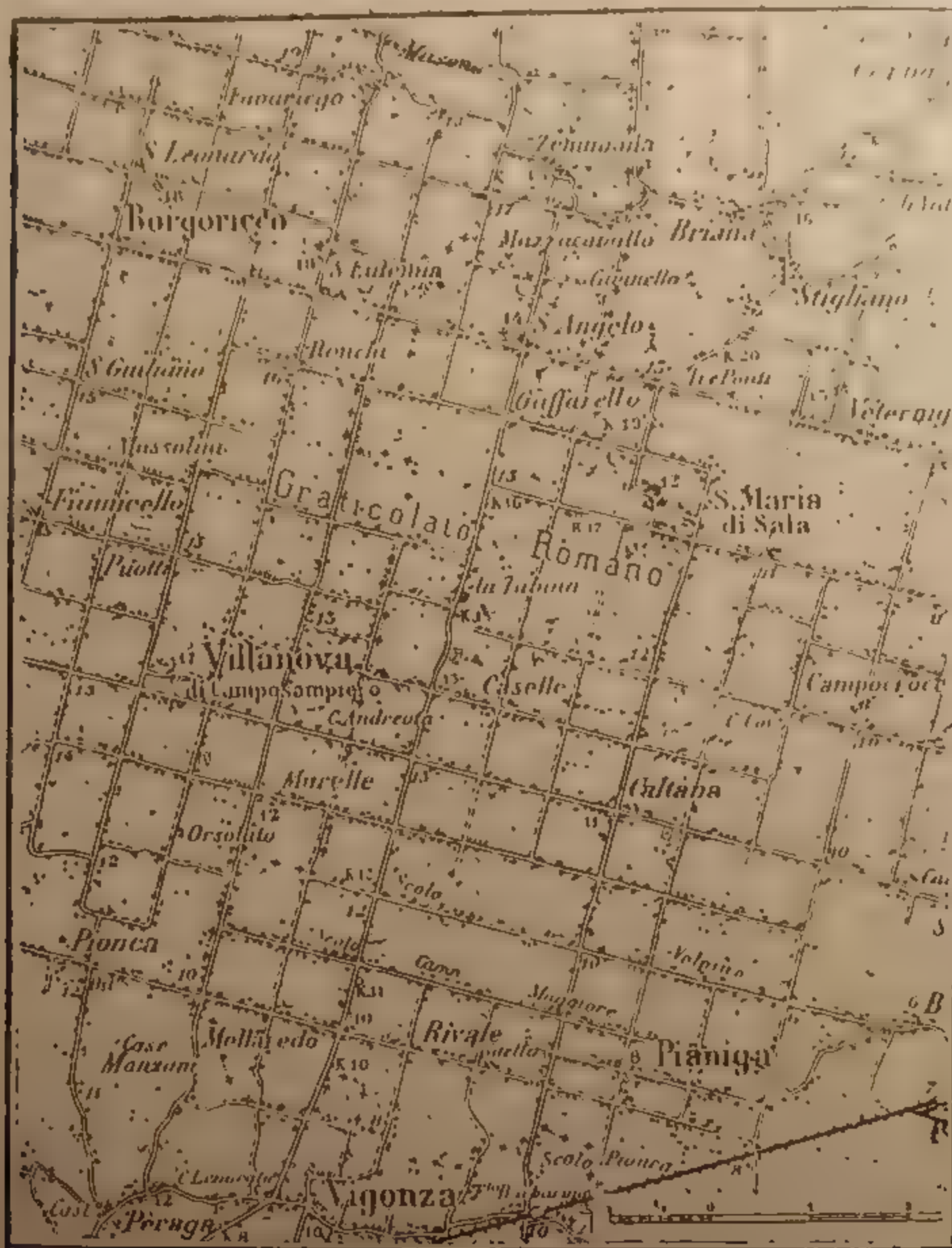



Fig. 187. — Graticolato di vie romane a NE di Padova (dai tipi dell'I. G. M., f. 51, Venezia).

delle strade, ma anche dei canali e dei fossi di scolo; qui però il graticolato non è orientato secondo i punti cardinali, bensì è parallelo alla *Via Aemilia*, che con un unico rettifilo unisce Rimini a Piacenza.

La centuriazione classica marcatissima si ritrova pure nella campagna a nord di Padova, ma con andamento parallelo al rettifilo Padova-Loreggia, l'antica *Via Aurelia*, che proseguiva per Asolo (fig. 187); invece nella campagna di Ca-

stelfranco Veneto la rete stradale risponde più ad una divisione del suolo in strisce (*strigae* o *scamna*), piuttosto che in centurie; e la pianura di Firenze, verso Prato, mostra solo tracce di un reticolato romano, in parte notevolmente cancellato, e riconoscibile soltanto dall'andamento di alcuni elementi di strade, di fossi e di qualche tratto di confine comunale.

Nella rete stradale si hanno però anche altre disposizioni regolari di vie parallele che s'incontrano ad angolo retto, le quali fanno pensare a piani regolatori, simili a quelli della centuriazione romana, ma che ne differiscono sopratutto per le misure e l'orientamento. Essi possono derivare da una suddivisione della centuriazione romana, oppure rimontare al primo medioevo, quando l'arte gromatica romana non era ancora spenta. Così in Italia v'è un tratto di pianura, ad oriente di Reggio Emilia, in cui le carrareccie campestri si inseriscono dentro una superiore centuriazione, e così anche in una zona ad ovest di Mantova, pur minutamente suddivisa da numerosissime e ravvicinate strade poderali.

Altre volte invece una disposizione a fasci di strade campestri parallele, limitanti i lotti assegnati ai coloni, spettano a terre bonificate già da epoca medioevale, come quelle che risalgono al sec. XIII nel Val d'Arno inferiore, a sud della palude di Fucecchio.

In tutte le bonifiche agrarie recenti, sia di paludi, stagni e maremme o di macchie e boschi, la prima operazione per la riduzione a coltura del suolo è appunto quella del tracciamento di un reticolato geometrico di strade, per lo sfruttamento della regione, che talora si coordinano in un unico sistema, come p. es. nella Grande Bonificazione Ferrarese o in quella Pontina; tal'altra invece i tracciati delle singole strade sono indipendenti fra loro, come avviene alle Foci del Po (v. fig. 158) e nelle pianure dei Fiumi Cecina ed Ombrone, dove le imprese di bonifica non hanno avuto un carattere unitario.

In tutti questi casi però la disposizione e la estensione dei lotti può essere assai diversa caso per caso, in rapporto alla natura del suolo, ai tipi di coltura, alla grandezza dei possessi, ai mezzi di lavoro e simili. Negli Stati Uniti d'America p. es., nel tracciare le vie fondamentali dei nuovi territori di colonizzazione a coltura estensiva, si adottò di solito la misura del miglio, che è più che doppia di quella dei romani, dati gli odierni mezzi meccanici di lavoro agricolo; mentre le nostre zone di bonifica idrovora, poste a colture recentemente, sono caratterizzate dalla fittezza dei graticolati di vie.

Le costruzioni stradali moderne, cominciando da quelle dell'epoca napoleonica, tendono a rispondere sempre più ai bisogni del traffico ognora più intenso e a permettere il passaggio dei mezzi di trasporto più pesanti e più veloci; quindi presentano grande ampiezza della sede stradale (da 8 a 12 m. di larghezza), massicciate solide e ben tenute, curve ampie e largo uso di opere d'arte (trincee, argini stradali, gallerie, ponti, viadotti ecc.). Ciò sopratutto in montagna, dove si cerca di superare i dislivelli con lievi pendenze, svolgendo le strade sui fianchi vallivi, con opere di sostegno e con numerose e larghe serpentine, di cui si hanno cospicui esempi nelle grandi arterie internazionali attraverso i valichi delle Alpi (Grande S. Bernardo, Sempione, Stelvio ecc.).

In pianura invece, si tracciano i grandi rettifili, [illegible] alberate, i quali uniscono i borghi e le città maggiori, e [illegible] comunque la vecchia rete stradale e trascurando i centri minori, [illegible] la direzione dei traffici, con la conseguente decadenza degli [illegible] abitati, che ne rimangono esclusi, mentre ne sorgono altri o si potenziano quelli posti sugli assi della moderna viabilità, la quale topograficamente si distingue, per la semplicità della sua rete a grandi maglie, in confronto della minuta e irregolare disposizione di quella precedente.

§ 158. — Le ferrovie. — Le *ferrovie*, nate in Inghilterra al principio dell'800, sono figlie della grande industria moderna, la quale, provocando intensi traffici, non era sufficientemente servita dai limitati e lenti mezzi di trasporto sulle antiche strade carreggiabili; mentre i progressi tecnici, sopratutto della metallurgia, permisero l'applicazione delle nuove scoperte (vapore ed elettricità) a nuovi e più potenti mezzi di trazione, con grandi possibilità di trasporto e di velocità. Ciò si ottenne associando la *locomotiva* (a vapore od elettrica) ad un *binario* (*rotaie* in ferro od acciaio) di grande aderenza, levigatezza e resistenza, sopra una speciale sede stradale, con particolari caratteristiche di *tracciato* (regolarità, curve, pendenze), sì da permettere il trasporto di grandi masse di persone e di cose ad elevata velocità, su un tracciato adeguato alle necessità economiche del territorio servito, e quindi indipendente dalla rete stradale precedente.

Le ferrovie ebbero enorme diffusione in tutti i paesi civili e coloniali — dopo la prima linea di 32 km. aperta al pubblico, in Scozia fra Stockton e Dalington, nel 1825 — per i grandi vantaggi che esse presentano, sopratutto per quanto riguarda la velocità (quasi 10 volte superiore al traino animale) e l'economia dei trasporti (circa 5 volte meno che per via ordinaria); vantaggi che sono aumentati con la sostituzione, dove è possibile e conveniente (linee a forti pendenze o ad intenso traffico), della forza motrice elettrica a quella a vapore. Così le ferrovie sono divenute anche un grande istituto economico, sotto il cui dominio si sono svolti e si svolgono, da oltre un secolo, gli scambi terrestri a grandi distanze di tutto il Mondo civile, per cui la loro estensione e densità sono indice dell'attività civile ed economica di una regione.

In origine le ferrovie sorsero fra centri vicini, con tronchi isolati senza legame fra loro, cosicchè spesso non rappresentarono che un duplicato alle numerose strade di cui già disponevano le vecchie regioni d'Europa, nelle quali quindi persistettero le condizioni di scambi locali e di vita regionale fissate da secoli, nelle direzioni e nei nodi di raccordo delle comunicazioni ordinarie, legate ai borghi, città e mercati, che ne dipendevano e che rimasero intatti. Solo quando i singoli tronchi ferroviari si unirono e si organizzarono in una rete sistematica di comunicazioni nazionali e internazionali a grandi distanze, il traffico venne spostandosi verso altre direzioni, per servire alla economia complementare delle varie regioni e Stati, con notevoli trasformazioni economiche e politiche, che ebbero la loro diretta e profonda influenza sul decadere o il

fiorire di centri abitati, grandi e piccoli, favoriti o trascurati dal movimento [illegible] linee di grande comu[illegible] sono gli esempi, già [illegible] dalla nuova rete ferroviaria, od anche soltanto trascurate nelle soste dei convogli a celeri co[illegible] hanno visto decadere le loro fortune economiche e demografiche, mentre altre, divenute centri di raccordi ferroviari, hanno visto crescere a dismisura la loro attività industriale e commerciale, con notevoli manifestazioni anche spaziali dell'insediamento.

Oggigiorno le ferrovie hanno creato, per le necessità del loro speciale tipo di traffico, una organizzazione accentrata, con un solo esercente (società, impresa, Stato), con unità di direzione e disciplina quasi militare — che non si presenta negli altri trasporti terrestri, liberamente esercitati da chiunque, su una strada aperta a tutti — i cui numerosi agenti hanno un proprio genere di vita (*ferrovieri*) e vivono, con le loro famiglie in determinate località (*nodi ferroviari*), contribuendo all'accentramento urbano e allo sviluppo di talune città.

Il valore del traffico a grandi distanze, proprio delle comunicazioni ferroviarie, portò a perfezionare e accelerare la costruzione di linee attraverso ai continenti; ma per il carattere insulare di questi, esse non possono formare un unico sistema mondiale, ma bensì fanno capo ai grandi porti, dove si rannodano alle rotte oceaniche. Così nelle zone temperate del nostro Emisfero, ad intensa vita industriale e commerciale, il traffico ha ormai a disposizione grandi linee ferroviarie *transcontinentali*, che si riallacciano a linee di navigazione *transoceaniche*, in modo che tutto l'Emisfero settentrionale è circondato da un completo sistema di rapidi trasporti. Basti ricordare la « Transiberiana », che unita alla rete ferroviaria europea va fino a Vladivostok sul Mar del Giappone, e le grandi transcontinentali dell'America del Nord, che corrono dall'Atlantico al Pacifico.

Ma le differenze di clima, di produzione, di modi di vita, di civiltà, fra le terre temperate e quelle tropicali, sollecitano uno scambio sempre più vivo di materie prime e di prodotti manufatti fra queste due zone, per cui v'è oggi la tendenza a costruire grandi ferrovie transcontinentali da nord verso sud.

Così la « ferrovia di Bagdad », non ancora compiuta, dal Mare del Nord, attraverso al Bosforo e alla Mesopotamia, tende al G. Persico; la « transcinese » dalla Manciuria, per Tien-tsin e Han-cou, scende a Canton e ad Hong-kong; la « transafricana », dal Cairo a Città del Capo, è in via di prossimo compimento, usufruendo, su parte del suo percorso, della navigazione sul L. Tanganica; la « transahariana », in studio, dall'Algeria dovrebbe raggiungere il G. di Guinea; la « panamericana », in progetto, collegherà la rete degli Stati Uniti, attraverso al Messico, coll'America Centrale e gli Stati andini fino al Cile; mentre in Australia è in costruzione quella da P.to Darwin a Melbourne.

Anche la colonizzazione demografica e politica delle nuove terre presenta un rapporto assai stretto con la costruzione di linee ferroviarie, che anche qui si iniziano però con tronchi isolati e reti non organiche. Dal 1854 i numerosi milioni

di emigranti, che l'Europa versò negli Stati Uniti d'Ameri[illegible] tiva ed aiuto a spingersi verso le « praterie dell'Ovest » le fer[illegible] tali, che andavano, passo passo, progredendo con i loro successivi insedia[illegible] la conquista da parte inglese della Beciuania e della Rhodesia [illegible] è legata alla linea che dalla Città del Capo sale a Bulawayo, e si unisce oggi [illegible] Elisabethville alla ferrovia del Catanga; l'influenza politica ed economi[illegible] cese sull'Impero di Etiopia, fino alla conquista italiana, era dovuta alla f[illegible] Gibuti-Addis Abeba.

Solo recentemente, i nuovi trasporti automobilistici, sembrano favorire, nelle colonie, la costruzione di strade ordinarie, come nella nostra Libia e nel nostro Impero Africano, portando in conseguenza una battuta d'arresto nella costruzione delle ferrovie. Ma quando, anche nei continenti tropicali, la colonizzazione e la utilizzazione del suolo saranno cresciute, si provvederà dapprima ad un organico raccordo fra le singole reti, ora isolate, e si avrà poi una nuova ripresa di costruzioni ferroviarie per collegare fra loro i territori coloniali più distanti e [illegible]

La rete ferroviaria del Mondo, che nel 1840 era di km. 7679, fra il 1870 e il 1900, si sviluppò enormemente raggiungendo, nel 1930, km. 1.250.000.

Fra i vari continenti la rete ferroviaria è distribuita nelle seguenti proporzioni (1930):

	kmq.	per 100 kmq. di area = km	per ogni 10.000 ab. = km
Europa	408.500	1,9	[illegible]
Asia	140.000	0,7	1,5
Africa	68.000	0,3	5,8
America	610.000	1,7	25,5
Oceania	50.000	0,6	63,9

Le ferrovie prevalgono nelle zone temperate d'America e d'Europa, a civiltà più progredita, a maggiore densità di popolazione e a più grande traffico commerciale, e sono mancanti nelle aree desertiche, nelle foreste vergini, nelle zone di grande altezza, ma anche in molte aree interne dell'Asia, dell'Africa e dell'America del Sud, le quali rimangono ancora fedeli ai metodi arcaici di trasporto, creando così profonde differenze regionali e ritardando lo sfruttamento e la distribuzione di molte risorse del Globo.

La densità delle reti ferroviarie raggiunge il suo massimo nell'Europa occidentale (fig. 188) e negli Stati Uniti del Nord-est atlantico. Nel Belgio non v'è nessun punto che sia più lontano di 16 km. da una linea ferroviaria, senza contare altre reti di ferrovie locali e di tranvai suburbani. In Inghilterra, come nella pianura tedesca e nella Francia del Nord, in Lombardia e nel Massachusetts, vi sono zone dove gli abitanti non debbono fare più di 2 km. per raggiungere una ferrovia. Ma la densità ferroviaria, nei vari Stati e continenti, è assai varia con l'estensione, la varietà morfologica e il numero della popolazione delle singole regioni, cosicchè vi sono Stati, come gli Stati Uniti d'America, che pur avendo 403.000 km. di ferrovie (quasi quanto l'intera Europa), hanno una densità di appena 4,3 km. ogni 100 kmq., mentre il piccolo Belgio ne conta 36, la Svizzera, benchè montuosa 14, la Gran Bretagna e Germania 12, la Francia 9, l'Italia 7 ecc.

Le linee ferroviarie s'imprimono nella topografia dei paesi che attraversano e rientrano quindi anch'esse nel paesaggio regionale. I loro tracciati sono dovuti all'attività umana posta a servizio degli scopi tecnici, economici, militari e politici a cui determinate ferrovie devono servire, ma

esse sono assai diverse, a seconda che si tratti di *linee di pianura* o di *linee di montagna*.

Le ferrovie di pianura, a scartamento normale del binario (m. 1,44 fra le due rotaie), devono permettere grande potenzialità di trasporto e grandi velocità, per cui, di solito, presentano lunghi *rettifili*, che tagliano sotto qualunque angolo le vie della rete stradale ordinaria, talora a livello, tal'altra con sopra e sotto passaggi, *curve* a largo raggio, superiore ai

Fig. 188. — Densità della rete ferroviaria in Europa.

500 m., *pendenze* con limiti dal 5 al 10 °/₀₀, nell'attraversamento di conoidi fluviali o di argini di corsi d'acqua; grandiosi *ponti*, per lo più metallici, attraverso ai larghi fiumi (come quello di Cernavoda sul Danubio in Rumania, di m. 3850); *stazioni* di fermata e di scambio dei convogli, alla distanza media di 6 o 8 km. in Italia, sulle linee a semplice binario, senza distanza prestabilita in quelle a doppio binario, dove l'incrocio avviene durante le corse dei treni. Ma la distanza delle stazioni dipende anche dall'intensità del traffico nelle varie regioni, e mentre è di 3 km. in media, nelle regioni industriali di Germania, Lombardia e Stati Uniti occidentali, supera i 42 km. nella Russia orientale.

In genere, le grandi linee di pianura si irradiano da alcuni maggiori centri cittadini, che divengono nodi delle comunicazioni ferroviarie, con enormi *stazioni* e *piazzali* per binari di corsa, di manovra e di deposito del materiale ferroviario, che come abbiamo visto costituiscono uno dei caratteri salienti della odierna morfologia urbana.

Nelle *ferrovie di montagna* o di superfici comunque accidentate, evi-

dentemente la velocità e la potenza di trascinamento del carico si riduce proporzionalmente alla pendenza, per cui dal punto di vista economico lo sforzo di trazione, su una linea breve, ma a forti pendenze, equivale ad un'altra in orizzontale che sia molto più lunga (*distanza virtuale*).

Per questo il tracciato deve avere uno *sviluppo* tale, da portare la linea ferroviaria ad una inclinazione diversa da quella naturale del terreno, con pendenze, che una volta giungevano anche al 35 ‰, come la prima ferrovia da Genova a Novi, in corrispondenza del Passo dei Giovi, ma che oggi si tende ad abbassare a pendenze dal 16 al 12 ‰, come nella nuova ferrovia dei Giovi e in quella dell'Appennino, per poter usare treni più pesanti e più veloci e quindi avere trasporti più economici. Ciò si ottiene con aumento notevolissimo delle spese di costruzione, allungando il percorso con numerose *serpentine* sui fianchi montuosi, anche con curve a raggio più ristretto di quelle di pianura, costruendo numerose *opere d'arte*, fra cui muraglioni, scarpate, trincee e sopratutto *gallerie*, le quali ultime saranno tanto più lunghe, quanto più saranno perforate vicino alla base del rilievo, per ottenere percorsi brevi e miti pendenze, come la Galleria del Sempione, fra l'Italia e la Svizzera, lunga m. 19 730 e quella dell'Appennino, fra Bologna e Firenze, di m. 18 507.

Le linee a *scartamento ridotto* (in Italia con distanza fra le rotaie di m 1), come quelle usate nelle colonie o per linee di scarso traffico e non destinate a congiungersi con altre (Calabria, Sicilia, Sardegna), presentano minor costo d'impianto, perchè si possono adottare curve più ristrette che si adattano meglio alla morfologia del suolo.

Queste caratteristiche di tracciato servono a distinguere sul terreno le ferrovie di più antica costruzione, da quelle recenti, dette talora *direttissime*, che in generale sostituiscono altre preesistenti, congiungendo col più breve percorso due grandi centri urbani (Roma-Napoli, Bologna-Firenze, Milano-Genova).

A queste si aggiungono le *tranvie urbane* ed *interurbane*, su sede stradale ordinaria o propria; le *ferrovie metropolitane*, sotterranee o sospese, attraverso le grandi città, le *ferrovie a cremagliera* o dentate e le *funicolari* di montagna, per superare rapidamente forti pendenze, le *funivie* per persone e cose, che uniscono, con cavi sospesi, due punti a grande dislivello fra loro. Tutte strade queste, con proprie caratteristiche anche topografiche sul terreno, le quali oggi, in tutti i paesi civili s'intersecano e si sovrappongono fra loro e con la viabilità ordinaria, dando luogo a tipici aspetti del paesaggio geografico.

§ 159. — Le vie fluviali. — Le acque interne dei continenti che scendono al mare (torrenti e fiumi), prima ancora di essere state utilizzate per forza motrice, servirono all'uomo per trasportare con galleggianti cose e persone. Il Nilo, l'Eufrate, il Gange, lo Jang-tze, nel loro corso medio e inferiore, furono navigati fino dai tempi più remoti.

Nel tratto superiore torrentizio dei corsi d'acqua però, per i bruschi dislivelli (cascate, cateratte), per la violenza della corrente, talora per la forte variabilità stagionale delle portate, le acque non possono servire alla navigazione regolare, bensì sono usufruite per il trasporto del legname tagliato nei boschi montani; in particolare i tronchi d'albero abbandonati in seno alla corrente, vengono trasportati al basso (*fluitazio-*

ne) I grandi fiumi dell'Europa centro-orientale (Vistola, Niemen, Duna, Dvina, ecc.), non che quelli della Svezia, alcuni delle Alpi (Adige, Piave, Tagliamento ecc.), della Siberia e del Canadà, nel tratto che attraversano le grandi foreste boreali rappresentano il veicolo normale di discesa spontanea e lenta, talora pluriennale, dei prodotti della silvicoltura.

Spesso nel tratto inferiore dei fiumi, dove il corso si fa più regolare, i tronchi vengono uniti in *zattere*, che guidate da uomini o trascinate da terra, giungono al luogo di utilizzazione del legname (segherie, fabbriche di cellulosa ecc.), oppure, con mezzi di trasporto terrestri vengono condotti ai centri di consumo.

Nei grandi fiumi che scorrono in pianura, ed hanno corso regolare (acque abbondanti, ma non troppo impetuose, e con portate costanti), la corrente fluviale fu la prima strada naturale usata dall'uomo per i suoi trasporti; ed ancor oggi essa è adoperata dai popoli primitivi, sui corsi d'acqua tropicali, così nell'Africa centrale e nell'America equatoriale, con mezzi primitivi di navigazione (*piroghe* scavate in un tronco d'albero, zatteroni di legname legati con liane ecc.) i quali, guidati con grande perizia, possono scendere anche attraverso rapide assai veloci. Ma col progredire della civiltà e dove le condizioni dell'ambiente fisico lo hanno permesso, gli uomini in molti casi hanno anche regolato e modificato i letti fluviali, rendendoli uniformi (*fiumi-canali*), hanno unito fra loro i corsi d'acqua con *canali navigabili*, infine hanno costruito *canali a conche*, che permettono di superare i dislivelli.

Già nei più antichi tempi, in Mesopotamia e ancor prima (fin dal III mill. a. C.) in Egitto, furono scavati *canali* con i quali, sul delta del Nilo, si era tentato, nell'Evo Antico e Medio, di unire il Mediterraneo al Mar Rosso. In Cina, fin dal XIII sec., è utilizzato il « Canale imperiale » di 1100 km. di lunghezza, che unisce Pechino coll'Huang-ho e con le foci dell'Ing-tze-kiang. In Europa, i Romani tentarono lo scavo di una via d'acqua fra il Reno e l'Yssel in Olanda, e un altro fra il Ness e il Witham; mentre in Italia, la « Fossa Filistina » nel Polesine, risale al V sec. a. C. e i canali lombardi furono costruiti nei sec. XIV e XV. Nella pianura germanica, lo scavo di fosse e canali per la navigazione, s'inizia nel sec. XV, e in quel secolo e nei successivi, anche nell'Estuario veneto e nella bassa Pianura padana, le comunicazioni avvenivano il più possibile per via d'acqua. Ma soltanto alla fine del sec. XVII, ebbe principio, così in Francia come in Germania ed in Inghilterra, la costruzione di una organica rete di canali, che unendo fra loro vari tronchi fluviali, crearono una sistematica rete di vie *d'acque interne*, che dal Mare del Nord portarono la navigazione fluviale profondamente nell'interno dell'Europa centrale, fin ai piedi dei versanti dei rilievi mediterranei.

La diffusione della *navigazione interna* è oggigiorno legata non solo alle condizioni orografiche e climatiche delle varie regioni, ma anche al grado di civiltà dei popoli e alla loro attività industriale e commerciale, giacchè, la navigazione fluviale, pur essendo assai lenta, permette i trasporti di merci pesanti ed ingombranti a poco prezzo (un natante da 1000 tonn. trasporta un peso equivalente a 70 od 80 carri ferroviari) ed è quindi massimamente diffusa nelle zone industriali del nord-ovest d'Eu-

ropa e in quelle nord-orientali dell'America settentrionale, favorendo potentemente il traffico.

Sono sopratutto le regioni pianeggianti delle zone temperate a regime uniforme di piogge atlantiche dell'Europa occidentale, dalla Francia alla Germania, che approfittando del parallelismo dei fiumi settentrionali, sono solcate da una ricca rete di canali trasversali fra l'uno e l'altro (fig. 189). Anche in Olanda come in Russia, le vere vie del commercio sono i fiumi e i canali; ma pochi Stati, come la Germania e la Francia del Nord, hanno una rete navigabile interna così bene organizzata, la quale collegandosi ai grandi porti marittimi, può essere percorsa da natanti di 600-1000 tonn., con servizi regolari, che uniscono il Baltico, il M. del Nord, la Manica e l'Atlantico, col Rodano e il Mediterraneo da un lato e col Danubio e il M. Nero dall'altro, mentre è importantissima anche la rete trasversale di fiumi e canali navigabili dell'Inghil-

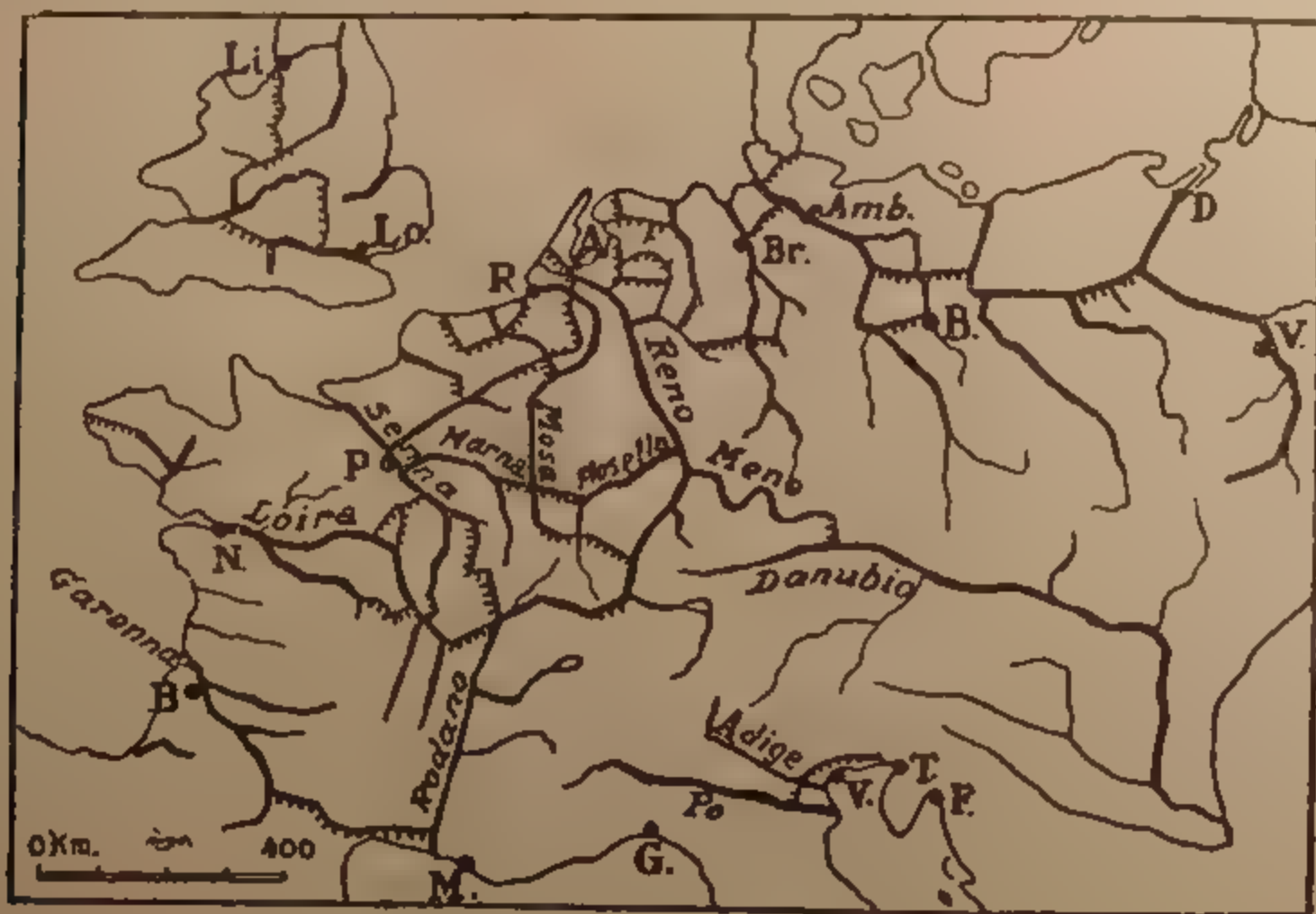



Fig. 189. — Rete dei principali fiumi e canali navigabili dell'Europa Centrale

terra, fra il Mar d'Irlanda e il Mare del Nord. In Italia, per le particolari condizioni orografiche e climatiche della Penisola, sono navigabili solo il corso del Po, a valle di Piacenza, quello inferiore dei suoi affluenti alpini e i canali che l'uniscono all'Estuario veneto; ma ora si stanno eseguendo lavori per permettere la navigazione al Ticino e al Mincio, fino ai laghi.

Alcune di queste vie sono internazionalizzate, come il Reno e il Danubio, e percorse con traffico incessante da natanti di tutte le nazioni, con pescaggio anche di 2 m. e con numerosi e ben attrezzati porti fluviali, quali Duisburg-Ruhrort, Ludwigshafen-Mannheim sul Reno, Parigi sulla Senna, Regensburg e Vienna sul Danubio ecc.

In America, oltre la rete fluviale del Mississippì, Missurì, Ohio, sono navigati i fiumi atlantici, sopratutto quelli degli Stati industriali del nord-

est, i tronchi navigabili dei fiumi stessi sono stati congiunti con canali a conche e costituiscono parte delle linee ininterrotte dalle rive dell'Atlantico, al S. Lorenzo e ai Laghi Ontario ed Erie. Famoso l'« Erie Canal », che unisce l'Hudson e quindi New York con Buffalo sul L. Erie.

Nel 1930, la Repubblica dei Sovieti (Russia e Siberia) contava 90.000 km. di vie d'acqua, dei quali 4000 di canali; il Brasile 50.000 di fiumi, gli Stati Uniti d'America 52.000 di cui 2800 di canali, la Cina 25.000 di cui 4000 di canali; l'Africa Tropicale 20.000; la Germania 12.000 con 2.300 di canali; la Francia 12.000 con 5.200 di canali; l'Italia, per gran parte montuosa e a clima mediterraneo, stava al 27° posto con 2.500 km. di vie navigabili, di cui 920 di canali, sopratutto nella Pianura Padana.

Mentre nelle regioni settentrionali la navigazione fluviale è arrestata dai ghiacci durante il lungo inverno boreale, e in quelle montuose è impedita dai frequenti salti del letto fluviale, essa è anche molto ostacolata nelle zone subdesertiche, dalle grandi magre estive, eccettuati però i grandi fiumi scendenti dalla zona equatoriale, ricchi d'acqua anche quando attraversano le regioni desertiche, come il Nilo. Molto navigati sono invece i fiumi delle zone equatoriali, quali il Congo in Africa e il Rio delle Amazzoni nell'America del Sud, che con i loro affluenti si può dire rappresentino l'unica via naturale di penetrazione e di traffico verso l'interno delle zone forestali equatoriali. Anche i grandi fiumi cinesi sono percorsi da regolari linee di navigazione, che penetrano profondamente fin nell'interno del Continente asiatico.

La *navigazione lacuale* in Europa, e salvo quella turistica, non ha particolare importanza di fronte alle comunicazioni terrestri, chè i laghi delle zone industriali, come quelli alpini, sono troppo piccoli ed isolati, rispetto alle principali correnti del traffico; mentre le grandi distese d'acqua dell'Europa orientale e dell'interno dell'Asia, come il M. Caspio, il L. d'Aral, il Balcash, il Baical, sono circondati da zone steppiche o desertiche, vuote di abitanti.

Diversamente avviene nella regione dei grandi laghi americani (Laghi Ontario, Erie, Huron, Michigan e Superiore), che sono veri mari interni, uniti per mezzo del F. S. Lorenzo all'Atlantico e compresi fra le zone forestali e granarie del Canadà e del Wisconsin-Minnesota e quelle industriali dell'Indiana, dell'Ohio e della Pennsilvania, per cui rappresentano una importante linea di comunicazione e sono elemento fondamentale del commercio americano.

La navigazione interna, per la sua estensione ed importanza, nelle zone temperate industriali dell'Europa e dell'America, non solo dà una propria particolare forma di vita ai numerosi addetti ad essa, ma ha influenza sull'addensamento della popolazione lungo i grandi fiumi-canali, specie attorno ai porti fluviali, dove si sviluppano le maggiori città industriali e commerciali.

Spesso la navigazione interna ha dovuto modificare il tracciato naturale delle vie d'acqua, per cui il regime di deflusso e di portata dei singoli bacini imbriferi devono venire regolati artificialmente con *chiuse* e *porte*.

Inoltre gli argini rialzati dei canali, nelle zone depresse delle cimose litorali, sono sede di vie terrestri, sia di *alzaia* per il trascinamento dei

barconi, sia di strade ordinarie e di quelle ferroviarie, le quali [illegible] rono così, parallele tra loro, ma ognuna con un proprio traffico specializzato, come si osserva in Olanda.

§ 160. — Le rotte marittime. — La navigazione marittima non lascia tracce visibili sulla superficie dei mari, tuttavia le *rotte* seguite dalle navi hanno determinati percorsi, che un tempo, per le navi a vela, erano strettamente legati alle condizioni fisiche del mare (correnti, maree, venti ecc.) e alla morfologia costiera (foci fluviali, rade, golfi, stretti ecc.) e oggi, con lo sviluppo della propulsione meccanica alla navigazione sono piuttosto subordinati alla volontà umana e sollecitati dalle ragioni economiche degli scambi fra le diverse regioni marittime.

Se i fiumi dovettero essere navigati per primi, tuttavia fin da tempo immemorabile l'uomo tentò le vie del mare, sia nella parte occidentale che orientale del Mondo Antico, come ci fa supporre la presenza di resti dell'uomo paleolitico in piccole isole costiere, quali Capri e Helgoland. Le prime rotte marine erano certo a piccola distanza dalle coste (navigazione di *cabotaggio*), come ci mostra l'antichissima leggenda degli Argonauti; ma ben presto perfezionamenti tecnici e audacia di navigatori dovettero allargare la sfera della navigazione marittima, della quale però sembra che solo i Fenici e i Feaci conoscessero l'arte per le grandi traversate. Ma già nel sec. VII a. C., sotto il Re Neco d'Egitto, si sarebbe compiuta la circumnavigazione dell'Africa (?) e nel V sec. a. C. i Cartaginesi avrebbero riconosciuto le coste occidentali dell'Europa e dell'Africa, oltre le Colonne d'Ercole. Nel 300 a. C., Pitea di Marsiglia percorse le coste del Mediterraneo e dell'Oceano e Nearco, il grande generale di Alessandro, ci informa che una sviluppata navigazione era già in uso nel G. Persico, e Agatarchide di Cnido ci parla di quella del Mare Eritreo (M. Arabico), nel III e II sec. a. C. Al tempo di Roma la navigazione commerciale era molto intensa, e dopo la Seconda Guerra Punica il dominio marittimo di Roma sul Mediterraneo era divenuto quasi assoluto, tanto che durante l'Impero, il mare continuò ad essere uno dei maggiori, per non dire forse il maggiore, mezzo di comunicazione fra i popoli.

Le rotte marittime, in età molto antica, erano costiere, fra punto e punto visibili di giorno, mentre nella notte le navi a scafo piatto venivano tratte in secco sulla spiaggia, per cui gli approdi preferiti erano i delta fluviali e le insenature sabbiose. Ma poco per volta, alcune esigenze di scambio commerciale dovettero far scegliere certe rotte obbligate, che andarono sempre più definendosi, verso i porti collettori di particolari prodotti specifici, come Alessandria, l'emporio dell'Egitto, Antiochia sulla via dell'Oriente, Massilia (Marsiglia) per l'entroterra celtico, Bisanzio per l'interno della Balcania e dell'Asia Minore, Brindisi per l'oriente balcanico, Pozzuoli per le relazioni con la Spagna e l'Africa settentrionale e via di seguito.

Ma questa navigazione sul mare aperto, quasi esclusivamente commerciale, era allora (e lo fu fin quasi al sec. XIX) a remi o a vela e quindi legata alle condizioni del mare e dei venti, tanto che d'inverno essa era spesso interrotta, giacchè l'arte nautica mancava ancora di carte e di strumenti perfezionati per il calcolo delle rotte, a cui erano di aiuto soltanto, in vista delle coste, i fuochi e i fari, come quello del Pireo del V sec. a. C., quello di Alessandria del 299 a. C.

Durante il Medioevo l'arte della navigazione fece grandi progressi, specialmente dopo che venne introdotto nel Mediterraneo l'uso dell'ago calamitato, già noto da secoli in Cina, ma inventato anche, od almeno perfezionato nel XIII sec.,

dagli Amalfitani (Flavio Gioia?), ai quali si deve la costruzione della *bussola*. Perfezionamenti tecnici di grande rilievo furono poi la costruzione dello scafo carenato e l'uso del timone, al posto dei remi, per dirigere le navi, che sembra sia stato introdotto nel Mediterraneo dai Normanni. Tutto ciò permise lo sviluppo della navigazione di *lungo corso* a vela, il rilevamento delle prime *carte nautiche* (sec. XIII) e la compilazione delle istruzioni per il navigare (*portolani*). La nautica, con [illegible] sviluppo sempre più specie dopo l'ardita impresa del nostro Colombo e le sue osservazioni sui venti e le correnti dell'Atlantico, per cui le rotte oceaniche, ben presto vennero definendosi, sulla base della direzione e del regime dei venti e grazie alla conoscenza delle correnti oceaniche, delle probabili traiettorie delle tempeste cicloniche, del movimento dei ghiacci galleggianti ecc.

Fra le popolazioni primitive, anche oggi ve ne sono alcune che non conoscono nessun mezzo di trasporto sull'acqua, quali i Boscimani dell'Africa meridionale, attualmente ritiratisi nel deserto del Calahari e i Botocudos del Brasile (Minas Geraes). Nella stessa condizione sono gli Eschimesi del distretto di Smith, i quali non hanno legname qualsiasi per costruire una imbarcazione, i Puelche della Patagonia, la cui attività è assorbita completamente dallo sfruttamento pastorale della pampa, ed infine gli Australiani del sud, che si trovano ad uno dei livelli più bassi di civiltà fra le popolazioni primitive.

Invece l'imbarcazione a *zattera* accompagna gli stadi di civiltà di tipo più arcaico, così in Tasmania, nell'Australia nord-occidentale, lungo le coste californiane, su alcuni laghi e fiumi dell'interno dell'Africa. La *piroga*, sia semplice, scavata in un sol tronco d'albero o in un sol pezzo di scorza (*monoxila*) dell'Australia del sud-est, sia a pezzi di scorza cuciti, oltre che nell'Australia del nord-est, si trova nelle regioni subartiche siberiane e nord-americane, nella Terra del Fuoco ed anche nel Congo e nei fiumi amazzoniani, dove sono estese foreste boreali od equatoriali. Le piroghe degli Eschimesi (*cajak*) sono invece di pelli di foca cucite e mosse da brevi remi a paletta; quelle costruite con tavolame, sono di uno stadio culturale più progredito, e con esse le popolazioni della Melanesia, Polinesia e Nuova Zelanda, percorrono anche larghi tratti di mare. Per dare alle piroghe maggiore stabilità i Malesi vi aggiunsero uno o due galleggianti, riuniti fra loro e alla piroga con un'asta trasversale (*bilanciere*), come nella Nuova Guinea e nelle Is. Marianne e Salomone, oppure affiancarono due piroghe (*piroga doppia*), come nella Polinesia. Tutte queste imbarcazioni dell'Oceania, nella zona degli alisei, hanno una velatura triangolare di fibre intrecciate, col vertice in basso e fissata a due antenne divergenti in alto e girevoli attorno a se stesse.

La imbarcazione cinese, molto antica, è la tipica *giunca* di forma assai tozza, con la poppa rialzata e con una vela quadrata, fornita di una serie di stecche o costole orizzontali, che la mantengono distesa e con un grande timone con fori a losanghe. Gli arabi islamici, così nel G. Persico, che nel Mare Arabico, usano la vela triangolare e i *caicci*, col prolungamento della prua molto allungato, che serve per l'arrembaggio. I popoli del Mediterraneo hanno costruito ogni sorta di imbarcazioni, dalla più piccola *monoxila*, alla *trireme* greco-romana e alla *galera* veneta, che rimase il tipo della nave da guerra dal sec. VI a. C. fino al sec. XIX, con vele latine appese all'albero, e anche quadrate per le navi onerarie. Le galere da guerra erano fornite di una o più serie di remi ed esse, verso il sec. XVI, vennero dotate del timone, già usato fin dal sec. XII fra i popoli nordici. Ricordiamo anche i *drakars* scandinavi, con i quali i Vichinghi, nei sec. VIII e IX, ebbero a compiere leggendarie imprese sul libero oceano, fino in Groenlandia.

Di fronte al frazionamento e alle difficoltà di percorso delle vie continentali, sta l'unità e facilità delle *rotte* marine, che possono essere se-

guite in tutte le direzioni e passando da un [illegible]. [illegible] oceaniche separano bensì i paesi che le fronteggiano, [illegible] di esse serve anche a facilmente unirli, permettendo [illegible] giore libertà di scelta dei percorsi, che sono oggi determinati [illegible] mente della convenienza economica.

Così le rotte della navigazione commerciale, sopratutto con piroscafi, e la intensità del loro traffico, se dipendono da alcune condizioni dell'ambiente marino, come i fondali, i punti obbligati di passaggio (stretti, canali ecc.), le correnti marine, i venti dominanti, [illegible] ghiacci galleggianti ecc., sono subordinati specialmente alle ragioni economiche del trasporto e del valore degli scali, quali punti di concentramento e smistamento di persone e di cose; cosicchè particolari rotte sono andate, col tempo, determinandosi esattamente e sono seguite oggi con molta precisione.

Lasciando da parte i mari polari, che sono praticamente esclusi dalla navigazione, le rotte naturali, da un oceano all'altro, si hanno solo nell'Emisfero australe, che è essenzialmente marittimo, mentre in quello boreale le rotte sono limitate di solito ad un solo oceano e congiungono i porti dei due continenti opposti, da dove si dipartono, come abbiamo detto, in connessione con le rotte marine, le ferrovie transcontinentali.

Il valore dei trasporti marittimi, rispetto a quelli terrestri, è dato sopratutto dalla loro economicità (in media il costo di trasporto per via di mare è circa venti volte minore di quello per ferrovia), per cui vengono preferiti in confronto di qualunque altro; d'altra parte sono notevolmente più lenti di altri odierni mezzi di trasporto. Un piroscafo ordinario da carico trasporta oggi una quantità di merce superiore a 500 vagoni ferroviari di 10-12 tonn. ciascuno, ma viceversa, per un percorso equivalente, impiega un tempo almeno triplo di quello di un convoglio ferroviario. Di qui la distinzione di *rotte lente*, per navi con carichi ingombranti e di scarso valore unitario, che tendono verso i porti di mari interni, delle insenature, dei golfi, degli estuari ecc., per usufruire il più possibile del percorso per via di mare (p. e. Marsiglia, Genova, Venezia, Trieste, Londra, Anversa, Amburgo ecc.), e *rotte celeri*, per passeggeri, posta, merci di valore, che appoggiano a scali alle estremità di penisole od isole, da dove si riallacciano alla rete ferroviaria (p. e. Brindisi per la « valigia delle Indie », Liverpool, Le Havre, Cherbourg, Brest, per le linee dell'America del Nord ecc.).

L'intensità del traffico sulle varie rotte è però determinato anche dal valore commerciale dei porti a cui esse fanno capo, dalla loro attrezzatura tecnica e dal tipo dell'organizzazione dell'industria marinara.

Fino ad un secolo fa, la navigazione oceanica si faceva quasi soltanto con velieri, che costituivano un trasporto molto economico, ma assai lento, ed era strettamente dipendente dalle condizioni fisiche dei singoli mari, di cui era necessario conoscere le variazioni stagionali dei venti e delle correnti, lo stato del mare presso le coste, le ore di alta marea (stabilimento di porto), le condizioni degli ancoraggi ecc., dati tutti che vengono anche oggi forniti dai portolani.

Ma con la sostituzione recente della navigazione a vapore o a combustibile

dagli Amalfitani (Flavio Gioia?), ai quali si deve la costruzione della [illegible]
Perfezionamenti tecnici di grande rilievo furono poi la costruzione dello [illegible]
nato e l'uso del timone, al posto dei remi, per dirigere la nave, che [illegible]
introdotto nel Mediterraneo dai Normanni. Tutto ciò permise lo sviluppo della
navigazione di *lungo corso* a vela, il rilevamento delle prime *carte nautiche* [illegible]
XIII) e la compilazione delle istruzioni per il navigare (*portolani*). La [illegible]
l'applicazione ad essa delle scienze matematiche, si sviluppò [illegible]
dopo l'ardita impresa del nostro Colombo e le sue osservazioni sui venti e le correnti dell'Atlantico, per cui le rotte oceaniche, ben presto vennero definendosi, sulla base della direzione e del regime dei venti e grazie alla conoscenza delle correnti oceaniche, delle probabili traiettorie delle tempeste cicloniche, [illegible] mento dei ghiacci galleggianti ecc.

Fra le popolazioni primitive, anche oggi ve ne sono alcune che non conoscono nessun mezzo di trasporto sull'acqua, quali i Boscimani dell'Africa meridionale, attualmente ritiratisi nel deserto del Calahari e i Botocudos del Brasile (Minas Geraes). Nella stessa condizione sono gli Eschimesi del distretto di Smith, i quali non hanno legname qualsiasi per costruire una imbarcazione, i Puelche della Patagonia, la cui attività è assorbita completamente dallo sfruttamento pastorale della pampa, ed infine gli Australiani del sud, che si trovano ad uno dei livelli più bassi di civiltà fra le popolazioni primitive.

Invece l'imbarcazione a *zattera* accompagna gli stadi di civiltà di tipo più arcaico, così in Tasmania, nell'Australia nord-occidentale, lungo le coste californiane, su alcuni laghi e fiumi dell'interno dell'Africa. La *piroga*, sia semplice, scavata in un sol tronco d'albero o in un sol pezzo di scorza (*monoxila*) dell'Australia del sud-est, sia a pezzi di scorza cuciti, oltre che nell'Australia del nord-est, si trova nelle regioni subartiche siberiane e nord-americane, nella Terra del Fuoco ed anche nel Congo e nei fiumi amazzoniani, dove sono estese foreste boreali od equatoriali. Le piroghe degli Eschimesi (*cajak*) sono invece di pelli di foca cucite e mosse da brevi remi a paletta; quelle costruite con tavolame, sono di uno stadio culturale più progredito, e con esse le popolazioni della Melanesia, Polinesia e Nuova Zelanda, percorrono anche larghi tratti di mare. Per dare alle piroghe maggiore stabilità i Malesi vi aggiunsero uno o due galleggianti, riuniti fra loro e alla piroga con un'asta trasversale (*bilanciere*), come nella Nuova Guinea e nelle Is. Marianne e Salomone, oppure affiancarono due piroghe (*piroga doppia*), come nella Polinesia. Tutte queste imbarcazioni dell'Oceania, nella zona degli alisei, hanno una velatura triangolare di fibre intrecciate, col vertice in basso e fissata a due antenne divergenti in alto e girevoli attorno a se stesse.

La imbarcazione cinese, molto antica, è la tipica *giunca* di forma assai tozza, con la poppa rialzata e con una vela quadrata, fornita di una serie di stecche o costole orizzontali, che la mantengono distesa e con un grande timone con fori a losanghe. Gli arabi islamici, così nel G. Persico, che nel Mare Arabico, usano la vela triangolare e i *caicci*, col prolungamento della prua molto allungato, che serve per l'arrembaggio. I popoli del Mediterraneo hanno costruito ogni sorta di imbarcazioni, dalla più piccola *monoxila*, alla *trireme* greco-romana e alla *galera* veneta, che rimase il tipo della nave da guerra dal sec. VI a. C. fino al sec. XIX, con vele latine appese all'albero, e anche quadrate per le navi onerarie. Le galere da guerra erano fornite di una o più serie di remi ed esse, verso il sec. XVI, vennero dotate del timone, già usato fin dal sec. XII fra i popoli nordici. Ricordiamo anche i *drakars* scandinavi, con i quali i Vichingi, nei sec. VIII e IX, ebbero a compiere leggendarie imprese sul libero oceano, fino in Groenlandia.

Di fronte al frazionamento e alle difficoltà di percorso delle vie continentali, sta l'unità e facilità delle *rotte* marine, che possono essere se-

Le grandi vie del traffico marittimo sono quelle che interessano le comunicazioni tra l'Europa e l'America da un lato e quelle tra l'Europa e le Indie Orientali dall'altro. Le prime si svolgono quindi nell'Atlantico, le seconde vanno dall'Atlantico settentrionale all'Oceano Indiano, attraverso il Mediterraneo e il Canale di Suez (fig. 191).

1) Nell'Atlantico primeggiano due grandi fasci: uno, fra l'Europa e gli Stati Uniti, parte dalle Isole Britanniche, dal Mare del Nord, dalle coste francesi e dai Paesi del Mediterraneo, e attraverso ad esso l'Europa occidentale si rifornisce di materie prime nel Nord d'America, e questa riceve uomini e merci dall'Europa (fra Nuova York e Liverpool, durata del percorso giorni 5). Le rotte che lo costituiscono fanno capo ai grandissimi porti di Nuova York, Boston e Filadelfia da una parte e dall'altra a Londra, ad Amburgo, a Rotterdam e ad Anversa, ciascuno dei quali porti ha un movimento che supera i 20 mil. di tonn. annue; seguono, Liverpool, Cherbourg, Marsiglia, Genova, Barcellona. L'altro fascio dall'Europa occidentale e dal Mediterraneo si dirige al Sud America, e fa capo, in America, ai porti di Rio de Janeiro, Montevideo e Buenos Aires, in Europa ad Amburgo, Lisbona, Marsiglia, Barcellona e Genova ed è percorso da navi di tutte le nazioni e specialmente da linee italiane (durata della traversata 12 giorni).

Km 0 30 60 90

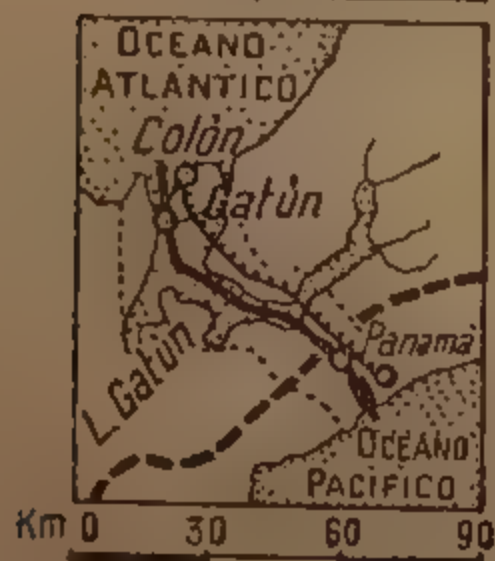



Fig. 190. — Canali marittimi di Suez e di Panamà.

2) Le rotte del Mediterraneo, che è uno dei mari interni più attivamente navigato ed è centro e ragione di vita per l'Italia, sono in gran parte di transito e si addensano fra i passaggi obbligati di Gibilterra e Suez. Passano dal Mediterraneo navi di tutte le nazioni (nel 1934 da Suez passarono navi per 32 mil. tonn. di stazza), ma specialmente inglesi ed italiane, che congiungono i porti dell'Europa occidentale con quelli dell'Oceano Indiano e dell'Estremo Oriente, specie Bombay, Colombo, Calcutta, Singapore, Hong-kong e Sciangai, e con i porti australiani. Numerose ed importanti sono le linee italiane dirette ai porti del Medio ed Estremo Oriente.

3) Le rotte dell'Oceano Indiano, che sono sopratutto rotte divergenti dai porti sopradetti e dirette a tutte le terre che circondano questo Oceano, sono seguite da navi inglesi, olandesi e giapponesi, per l'Africa orientale, per l'Australia, per le Indie Orientali e per l'Estremo Oriente (Cina e Giappone).

4) Le rotte del Pacifico sono massimamente costiere, e congiungono l'Asia orientale, con l'Australia e la Nuova Zelanda da un lato e i Paesi andini con il Cile, il Canale di Panamà, la California e l'Alasca dall'altro. Linee di minore traffico sono quelle che uniscono Jokohama in Giappone, a S. Francisco negli Stati Uniti d'America (traversata 12 giorni) e S. Francisco con Sidney in Australia (24 giorni); tutte convergono all'Arcipelago delle Is. Havaii.

Di molto minore importanza sono le rotte, che fanno il periplo dell'Africa e dell'America del Sud.

La navigazione di *cabotaggio* ebbe in passato grande valore per il collegamento dei centri costieri fra loro, finchè mancavano le comunicazioni dirette terrestri; ma oggigiorno nel Mediterraneo, dove sono brevi

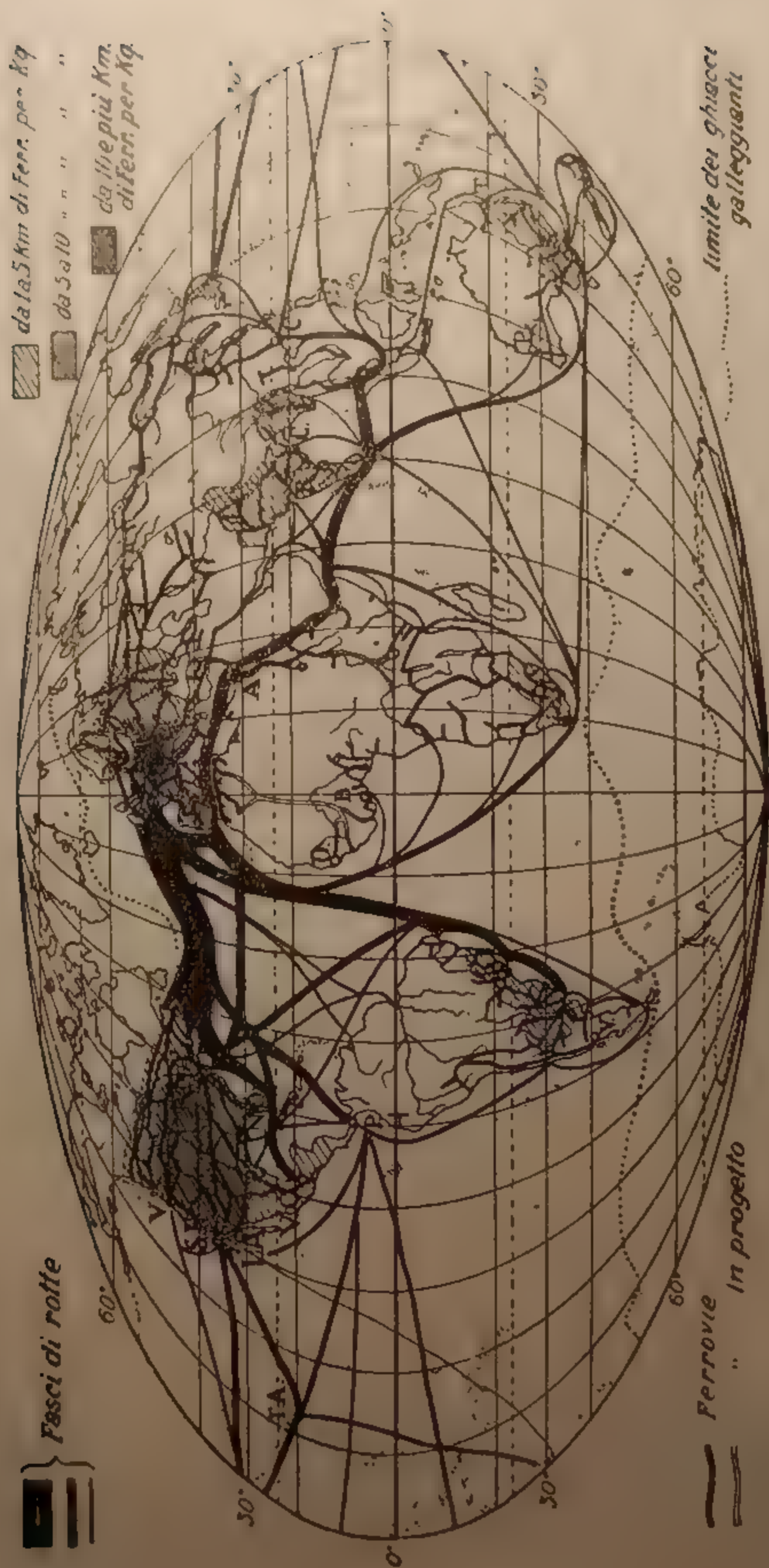



Fig. 191. — Rotte oceaniche e ferrovie transcontinentali (lo spessore del tratto è proporzionale all'intensità del traffico).

i percorsi e le strade ordinarie e ferrovie seguono [illegible] torali, essa ha perduto d'importanza, salvo nelle zone pol[illegible] coste precipiti al mare, che del resto sono di [illegible].

Invece la navigazione di cabotaggio ha ancora [illegible] nei paesi nuovi, a distanze molto forti fra i centri costieri [illegible] il [illegible] è concentrato in pochi grandi porti, così sulle coste [illegible] atlantica e del Golfo del Messico, nelle Isole Britanniche, nella Cina Meridionale e nel Giappone.

Diversamente da quanto avviene per le popolazioni pescherecce, le quali pur usufruendo del mare, ritornano periodicamente alle loro sedi costiere, dove abitano le famiglie — gli equipaggi della navigazione di lungo corso, non hanno sempre residenza nelle città dei loro porti d'imbarco, che possono essere diversi da un viaggio all'altro, per cui la popolazione marinara, per questo suo modo di vita, non influisce particolarmente sull'addensamento o meno della popolazione dei centri marittimi.

Invece, dopo la scoperta dell'America, la navigazione *transoceanica* è stata decisiva per la diffusione del Gruppo raziale europide, specie degli Anglosassoni, in tutto il Mondo. Analogamente attraverso l'Atlantico si svolse, nei sec. XVII e XVIII, la *tratta dei negri*, che provocò il trasferimento di intere masse di popolazione africana, nell'Arcipelago delle Indie occidentali e degli Stati tropicali d'America, ed ha così potentemente mescolato e commisto le razze più diverse e lontane fra loro, creando problemi etnici, demografici e sociali di una gravità eccezionale.

Inoltre, la navigazione moderna di lungo corso, per il lieve costo del *passaggio*, ha avuto molta influenza sulle emigrazioni extracontinentali. Basterà ricordare come, negli ultimi decenni del sec. XIX e fino alla Grande guerra, masse enormi di irlandesi, tedeschi, italiani, spagnoli,

Fig. 192. — Avvicinamento in tempo dell'America Settentrionale all'Europa Occidentale.

slavi, si trasferirono nel Nuovo Mondo con navi appositamente attrezzate per il traffico degli emigranti. La rapidità dei viaggi dei transatlantici moderni rese possibile anche la emigrazione temporanea stagionale di lavoratori agricoli, che approfittando della inversione delle stagioni nei due Emisferi terrestri, si recavano nell'inverno dall'Europa meridionale nell'America del Sud, come i calabresi e i pugliesi, che andavano in Argentina.

Le linee regolari di navigazione attraverso l'Oceano Pacifico, in questo principio di secolo, hanno [illegible] di popolazione gialla gli Stati americani costieri di questo oceano e sopratutto le città della California.

La navigazione marittima quindi, pur essendo indipendente in gran parte da cause geografiche, è oggi uno dei più potenti fattori delle variazioni demografiche ed economiche sulla superficie terrestre.

Infine le comunicazioni, sopratutto marittime, hanno grande influenza nel modificare i valori relativi di distanza e di situazione geografica. Coll'accelerarsi dei mezzi di trasporto la superficie della Terra è come se fosse divenuta più piccola. La distanza di 5872 km. che separa Le Havre da Nuova York, nel 1840 richiedeva 730 ore di navigazione, nel 1867, coll'introduzione dei transatlantici, si riduceva a 262 ore, nel 1900 a 162 ore, nel 1921 a 120 ore: e come se l'America del Nord si fosse avvicinata all'Europa più di 6 volte, intensificando i reciproci scambi ed interessi fra i due Continenti, che non si possono più ignorare, come in passato (fig. 192).

§ 161. — I PORTI MARITTIMI. — I *porti* sorgono ai nodi di raccordo fra le rotte marine e le vie terrestri, su determinati punti del litorale, in cui spesso la natura offre un appiglio (insenatura, fondali, valichi d'accesso ecc.), perchè l'uomo vi costruisca artificialmente uno specchio d'acqua riparato, dove le navi possano accedere per rifugio e per procedere alle loro operazioni di traffico. Essi sono dunque conseguenza ed organi delle comunicazioni.

I porti moderni sono organismi geografico-economici assai complessi, sopratutto nel loro sviluppo commerciale, per l'incrocio e il raccordo delle correnti di traffico marittimo e terrestre.

Nell'antichità i porti furono anzitutto rifugi per la piccola navigazione costiera, a ridosso di promontori e di isole, piuttosto che adattamenti artificiali per il traffico commerciale. Solo nel periodo greco si cominciarono ad avere adattamenti artificiali, quali appendici di città (Pireo porto di Atene) od approdi presso santuari famosi (Delo), nell'VIII e VII sec. a. C., e se i porti erano militari, venivano chiusi da mura e torri. Di solito v'erano più bacini di rifugio, a seconda del vento e del mare dominante, così Siracusa aveva due porti, separati dall'I. di Ortigia.

Nel periodo ellenistico si ampliarono e si perfezionarono, nell'Oriente Mediterraneo, i porti di scambio commerciale, sopratutto al punto di confluenza di grandi vie carovaniere, vincendo gli ostacoli naturali, costruendo moli, banchine, portici, magazzini, templi e fari, come ad Alessandria, Cartagine, Delo, Efeso, Mileto.

I Romani raccolsero l'eredità ellenistica e, all'epoca augustea, divennero grandi costruttori di porti per il commercio, ad es. Pozzuoli, Cesarea di Mauritania, Ostia (« *Portus Romae* » di Claudio e di Traiano), Leptis Magna, Aquileia ecc. Furono costruiti anche porti militari, quali quelli di Ravenna, Miseno, Porto Fréjus = *Forum Julii*, e porti fluviali come *Portus Itius* (Boulogne).

Nel Medio Evo servirono alla limitata navigazione dapprima i porti romani, ma poi presero la prevalenza i porti delle nostre Repubbliche marinare, situati presso le foci fluviali (es. il « *Portus Pisanus* ») o nelle lagune (Venezia). I porti di costa alta, con costruzioni artificiali, vennero più tardi, verso il sec. XII, ma eb-

bero però il sopravvento (Genova) perchè poterono ospitare navi di maggior tonnellaggio. Nell'Oriente Mediterraneo i porti maggiori (Costantinopoli, Antiochia, Trebisonda, Alessandria ecc.) avevano quartieri distinti per le varie nazioni commerciali, con i « fondachi », specie di magazzini generali, dove si raccoglievano le merci provenienti dall'interno dei continenti, per essere imbarcate e trasportate nel Mediterraneo occidentale.

La costruzione od amplificazione dei porti non comincia che relativamente tardi, con lo sviluppo della tecnica costruttiva navale.

Dal punto di vista della Geografia generale, i porti sono considerati come la manifestazione topografica di occupazione e trasformazione di un tratto della superficie costiera, in dipendenza e a servizio dei traffici che qui cambiano il mezzo di trasporto; nonchè in funzione di determinati e speciali agglomerati umani e di particolari generi di vita degli abitanti che vivono del traffico dei porti (Mecking).

Ma sullo sviluppo ed efficienza di un porto, sul suo movimento commerciale (quantità di merci imbarcate e sbarcate), sulla sua specializzazione rispetto al traffico (di importazione, di esportazione e di transito) ecc. influiscono sopratutto i fattori economici, tecnici ed organizzativi del porto, in un determinato momento storico (mezzi di sbarco, numero e prezzo della mano d'opera, tariffe di trasporto, facilitazioni doganali ecc.)

Ma così l'importanza economica di un porto, come il conseguente suo sviluppo topografico, dipendono dalla *situazione generale geografica* del porto stesso, rispetto al tipo e alla provenienza delle rotte marittime che vi fanno capo, e alla natura ed estensione del territorio interno da cui provengono le correnti di traffico terrestre (*retroterra*).

Per quanto si riferisce alla situazione geografica *marittima* dei porti, essa può essere condizionata alla posizione delle coste *fronteggiantesi*, quali quelle del Giappone e della Cina, ed anche a grande distanza, come quelle dell'Europa occidentale e del Nordamerica atlantico, con vita economica e demografica diversa e quindi con traffici molto notevoli e complessi.

Ovvero i porti possono essere su coste *attornianti* un mare interno, come il Mediterraneo, il M. Nero, il M. Rosso, il M. del Nord, il Baltico ecc., con movimento locale più ristretto e specializzato.

Infine in alcuni porti può confluire il traffico di rotte provenienti da coste *eccentriche* rispetto al porto, come quelle p. e. dalle regioni tropicali, sopratutto dell'Estremo Oriente, il cui traffico, richiamato da cause economiche, politiche ed organizzative, accentra in essi e ridistribuisce speciali prodotti (porti cotonieri, carbonieri, lanieri ecc.).

Rispetto alla situazione *continentale* dei porti di fronte al fascio di rotte che vi convergono, bisogna ricordare che alcuni di essi si trovano in una posizione *avanzata* sul mare: all'estremità di una penisola (es. Brindisi), su di un'isola costiera (es. Hong-kong), alla bocca di un estuario (es. Le Havre) ecc., ad essi approdano e fanno scalo le navi di linea, per lo sbarco di passeggeri, posta e merci pregiate e il loro rapido inoltro, su vie terrestri, nell'interno della terraferma; scali marittimi quali i già citati porti di Brindisi per i traffici con l'Egitto, Liverpool, Cuxaven.

avamposto di Amburgo, Cherbourg, Brest e Portsmouth per le comunicazioni con le Americhe ecc. Altri invece, e sono i più, si trovano in posizione *interna*, nei mediterranei, nei golfi più profondi (es. Genova, Venezia, Trieste) od entro i grandi estuari che penetrano notevolmente nella terraferma e servono sopratutto alle navi da carico, come i maggiori porti oceanici dell'Atlantico settentrionale (Londra, Amburgo, Bordeaux, Le Havre, Anversa in Europa; Quebec, Nuova York, Baltimora ecc. nell'America del Nord). Ambedue queste posizioni hanno i loro vantaggi ed inconvenienti e le loro proprie caratteristiche commerciali, che rientrano nel campo degli studi di geografia economica.

Riguardo alle comunicazioni *terrestri*, che fanno capo ad un porto, di grande valore sono l'estensione, la natura e i limiti del suo *retroterra*

Fig. 193. — Retroterra economico dei principali porti dell'Europa Centrale, nell'anteguerra.

o ***hinterland***, cioè della zona del territorio, alle spalle del porto, da dove il traffico terrestre converge al porto stesso.

L'estensione del retroterra può essere diversa, a seconda che si considerano i suoi elementi spaziali e i fattori economici. I limiti e l'importanza del *retroterra geografico* dipendono dalla morfologia del territorio (pianeggiante, paludoso, montano, transitabile o meno ecc.), dalla qualità e quantità della sua produzione (agricola, mineraria, industriale), nonchè dal numero e qualità delle sue vie di comunicazione (ordinarie, ferroviarie, fluviali ecc.). Questi elementi spaziali o sono quasi stabili, come la morfologia, o possono cambiare nel tempo, sopratutto la viabilità, modificando i limiti del retroterra, di un porto rispetto a quelli di porti vicini o contigui.

Se si tiene conto invece dei fattori economici (*retroterra economico*), l'area d'influenza commerciale di un porto è determinata principalmente dalla opportunità e convenienza di servirsi di esso, piuttosto che di altri, magari in contrasto talora con le ragioni geografiche. I coefficienti che influiscono sull'estensione di questo retroterra sono [illegible] finanziari, legislativi, consuetudinari, tecnici ecc.), ma tra essi prevalgono quelli riferentisi alla spesa dei trasporti (terrestri, ferroviari, fluviali), alle tariffe più o meno protezionistiche, ai prezzi dei noli, alle condizioni tecniche dell'attrezzatura portuale ecc.

Questi coefficienti sono molto diversi e variabili nel tempo, per [illegible] economiche ed anche per ragioni storiche.

Ad es. Rotterdam, pur essendo geograficamente più distante da Basilea che Genova, le è economicamente più vicino, perchè il trasporto per via d'acqua sul Reno è meno costoso. Trieste, che per ragioni politiche era divenuto il grande sbocco marittimo dell'Impero austriaco, decadde con la rovina della Duplice Monarchia.

La localizzazione geografica dei porti consente anche una classificazione di essi in porti *naturali* e *artificiali*, sebbene oggi, anche quelli più favoriti dalla natura siano stati ingranditi, difesi e attrezzati dall'uomo.

Fra i *porti naturali*, i porti *d'insenatura* sono quelli che si trovano al fondo dei *fiordi*, come quelli norvegesi (es. Trondhjem), dei *rias* nella Galizia spagnola (es. La Corogna), delle *baie* entro crateri vulcanici marini (es. Aden), i porti a riparo *di isole*, come in Dalmazia (es. Zara), o di *cordoni litorali* (es. Venezia); così pure i porti di *foce fluviale* o *d'estuario*, che sono i più favoriti, perchè consentono alle navi di penetrare profondamente nell'interno del paese (es. Amburgo); oppure di *delta*, in gran parte artificiali, per difenderli dall'interrimento (Alessandria), o di *coste aperte*, quasi tutti completamente artificiali (Porto Said).

I *porti artificiali*, costruiti dall'uomo per le sue particolari necessità, a seconda dell'impiego a cui sono destinati, si possono distinguere in *porti militari* e *commerciali*. I primi danno riparo alle flotte da guerra, le riforniscono e rendono possibile la sorveglianza delle rotte obbligate o più frequentate. Essi sorgono in posizioni strategiche e si appoggiano a difese naturali (es. nel Mediterraneo, Gibilterra, La Spezia, Taranto, Pola, La Maddalena, Tolone, Malta, Biserta ecc.). I porti *commerciali*, possono essere: *mercantili* o *internazionali*, a servizio delle rotte di grandi comunicazioni marittime e adatti all'imbarco o sbarco di grandi masse di merci; *regionali*, per il traffico di cabotaggio; *pescherecci*, basi dei battelli da pesca e dove se ne radunano i prodotti; di *appoggio* del traffico marittimo, per rifornimento di combustibili, vettovaglie, riparazioni, e anche per riparo in caso di tempeste.

I porti commerciali possono avere massimamente una funzione di *esportazione*, come in genere quelli delle zone tropicali fornitrici di materie prime (Hongkong e Singapore in Asia, Durban e Boma in Africa, Nuova Orleans, Rio de Janeiro e Santos in America ecc.), oppure di *importazione* di materie prime, come i porti delle zone temperate industriali europee, americane e giapponesi, i quali però hanno spesso una duplice funzione, perchè importano materie prime ed esportano manufatti (Amburgo, Rotterdam, New York ecc.).

La considerazione geografica di un porto per sè stesso, pone in evidenza la situazione *locale*, rispetto alle condizioni climatiche (ghiacci, nebbie, venti ecc.), alle condizioni morfologiche (coste alte o basse, fon-

dali, estuari, delta ecc.), e idrografiche (moto ondoso, correnti, maree ecc.) e sopratutto rispetto allo spazio disponibile per i servizi del porto stesso.

Ma anche l'attività mercantile umana dà luogo a manifestazioni spaziali diverse (moli, magazzini, silos, parchi ferroviari, mezzi di scarico e carico ecc.) e così pure la collaterale attività industriale, in servizio della navigazione (cantieri navali, bacini di carenaggio, officine di raddobbo ecc.) o per la trasformazione in posto delle materie prime sbarcate (officine industriali).

Questa attività umana si appalesa con manifestazioni topografiche, che possono anche mutare profondamente le originarie condizioni d'ambiente naturale, ed influiscono sul tipo morfologico del centro urbano, che si è formato attorno al porto, cosicchè esse s'imprimono e diventano caratteristiche del paesaggio umano della regione, pur rispondendo ancora alle fondamentali originarie condizioni fisiche, per le quali, ad esempio, Genova, e Trieste, porti di costa alta, hanno aspetti diversi da Amburgo e New York, porti di estuario.

Esempio caratteristico della evoluzione subita da un porto per opera dell'uomo, è dato dalla odierna « Grande Genova », frutto di una secolare, vittoriosa lotta dell'ardimentoso e tenace popolo ligure contro la limitazione dello spazio (fig. 194). Il primitivo porto di Genova, forse anteriore a Roma, sorse nel punto più interno dell'arco disegnato dal G. Ligure, al riparo di un breve promontorio, ai piedi dello sprone montuoso, dove sorse il primo nucleo urbano, chiuso dal ripido versante appenninico, che dava grandi fondali e piccoli corsi d'acqua che non provocavano interrimenti, su un litorale con lieve corrente da levante, venti regnanti di scirocco e costa libera e quindi accessibile e navigabile.

Lo sviluppo del porto e le fortune marinare della Repubblica genovese, si devono però alla sua situazione geografica, al vertice del bacino occidentale del Mediterraneo, dove convergono i fasci delle comunicazioni marittime, e presso ai facili valichi di Cadibona (m. 460) e dei Giovi (m. 472), che aprono immediatamente alle sue spalle, l'ampio e fertile retroterra della Pianura padana.

Queste condizioni ambientali hanno dato luogo allo sviluppo commerciale del porto, all'accrescimento della città, e ad una sempre maggiore occupazione e trasformazione del tratto di mare che fronteggia la breve frangia litorale. Per adattarla e facilitare l'accostamento delle navi, la costa venne spianata, si stesero le « calate » per lo sbarco e l'imbarco, si segnarono le vie, si costruirono i magazzini, i fari, i ricoveri, le abitazioni; lo specchio d'acqua fu allargato in più riprese e difeso ancor meglio con l'erezione di moli, con lo scavo di bacini, col dragaggio dei fondali.

Con lo svilupparsi della esigenza del traffico — sopratutto dopo l'unificazione del Regno, e l'apertura delle nuove ferrovie transalpine (Gottardo e Sempione), che ne hanno esteso il retroterra oltre la cerchia alpina — l'area occupata si estese sempre più, si spianarono e si abbatterono speroni collinosi, si stesero nuovi moli frangiflutti, si allargarono nuovi specchi d'acqua utilizzabili. E quando, nel dopoguerra, il traffico del Porto di Genova, sotto l'impulso edificatore del Governo fascista, raggiunse quasi quello di Marsiglia, esso si adeguò alle sue nuove funzioni e necessità, inglobando la vicina Sampierdarena e spianando l'interposto Colle di S. Benigno; si costruì la nuova camionabile per la Pianura padana, si progettò la terza ferrovia dei Giovi e si scavò il Bacino Mussolini difeso dal nuovo molo Principe Umberto. E mentre la città si sviluppava sempre più sui ripidi fianchi montuosi e sul letto del Bisagno, il Porto — come avviene sempre nello sviluppo dei grandi organismi umani — si differenziava in varie parti, per distinte funzioni

Fig. 194. — La grande Genova: sviluppo del porto e della città chiusi fra il monte e il mare (dai tipi dell'I. G. M., ff. 82-II-NE, Sestri Ponente, 82-II-SE Genova, 83-III-SO, Nervi; 83-III-NO, S. Olcese)

[illegible] di trasbordo dei passeggeri [illegible] con diverso arredamento meccanico per il carico e lo scarico, diversità di magazzini, di uffici, di raccordi ferroviari e traffico di veicoli, i quali costituiscono tanti « quartieri » distinti entro l'unità del porto

§ 162. — LE ROTTE AEREE. — La *navigazione aerea* commerciale, iniziatasi praticamente attorno al 1910, è andata rapidamente sviluppandosi. Le principali sue caratteristiche sono la *rapidità*, con velocità commerciali triple e quadruple degli altri mezzi di trasporto (velocità media oraria commerciale km. 200), e la brevità delle rotte da uno scalo all'altro, per la continuità della massa atmosferica.

Alla diffusione delle linee aeree sul Globo formano ostacolo però le grandi masse oceaniche, data la mancanza di punti di appoggio intermedi. Se invero l'Atlantico è stato sorvolato più volte, assai scarsi sono ancora oggi i servizi regolari aerei fra il Vecchio e il Nuovo Mondo, limitati alla linea del postale per l'America del Sud e alle trasvolate annuali degli Zeppelin. Altre limitazioni di natura geografica sono quelle climatiche: nei paesi settentrionali il traffico invernale è molto ridotto o addirittura sospeso, per la brevità delle giornate e per la frequenza delle nebbie, e così pure quello attraverso le grandi montagne (Alpi); mentre nelle zone tropicali i servizi regolari devono essere sospesi durante la stagione delle piogge.

Il tracciato delle *rotte aeree* commerciali, perchè queste possano svolgersi nelle migliori condizioni di sicurezza e comodità, per facilitare la guida e il controllo delle rotte stesse, deve seguire il più possibile le forme riconoscibili del suolo (disegno delle coste, distribuzione delle isole, posizione dei valichi e corso dei fiumi ecc.) e delle zone abitate per discendere in caso di necessità (campi di fortuna per gli aeroplani, specchi d'acqua per gli idrovolanti). Nelle regioni montuose, le rotte sono costrette a seguire le linee di maggiore depressione orografica, evitando i grandi complessi montuosi, sui quali gli strati d'aria hanno spesso vortici e movimenti ascensionali, che difficultano la navigazione; senza contare particolari zone, per motivi militari.

Così le comunicazioni aeree hanno anch'esse rotte obbligatorie e stagionali che, diversamente dalle rotte marine, si riflettono sul suolo, con una serie di istallazioni scaglionate lungo le rotte stesse (aeroporti, campi di atterraggio e di fortuna, segnalazioni di rotta, fari notturni e radiofari, stazioni per informazioni meteorologiche ecc.), che si iscrivono topograficamente sul suolo, fra gli *aeroporti* o *idroporti* di arrivo e di partenza, nei quali i servizi di ricovero, rifornimento e riparazione, costituiscono ormai nuovi nuclei di speciali e caratteristici centri abitati (es. l'aeroporto del Littorio a Roma, quello del Bourget a Parigi, di Croydon a Londra ecc.).

I trasporti aerei regolari, costituiscono già, sui continenti, una serrata rete di linee periodiche, ma per l'alto prezzo del servizio, sono adoperati solo per il traffico di persone, della posta e di merci di valore, cosicchè possono trovare rendimento soltanto nei paesi più progrediti (Euro-

pa occidentale e America del Nord), oppure nei paesi [illegible] terno dei continenti, dove mancano altre facili vie di [illegible] beria, Canadà settentrionale, America Meridionale, Africa centrale, Australia ecc. (fig. 195).

Le rotte aeree *brevi* (fino a 500 km.) si sviluppano notevolmente solo se uniscono centri economici e politici importantissimi (es. [illegible] New York-Washington) o se superano tratti di mare (es. Roma-Cagliari, Brindisi-Tirana). Il grosso traffico aereo è così tutto oggi dalle rotte *medie* [illegible] i 2000 km. di percorso) particolarmente intense nella regione [illegible]

Fig. 195. — Principali linee regolari aeree del Mondo nel 1934.

e in quella nordamericana, oppure dove mancano altri sistemi rapidi di trasporto (Etiopia, Columbia, Bolivia, Australia ecc.). Le rotte *lunghe* sono seguite da traffici di linee regolari e sovvenzionate dagli Stati per unire rapidamente le colonie alla Madre patria (*linee imperiali* britanniche, olandesi, francesi, italiane ecc.) e i continenti fra loro, per ragioni di commercio (Nord-Sudamerica, Europa-Africa-Sudamerica, Europa-Estremo Oriente ecc.).

Nel 1934-35, il percorso effettuato dai principali aeroplani di linea fu di 102 mil. di km. negli Stati Uniti, di 12 mil. nel Canadà, 13 mil. in Germania, 10 mil. in Francia, 7 mil. in Gran Bretagna ed Australia, 4 mil. in Olanda e in Italia.

BIBLIOGRAFIA

O. MARINELLI e L. RICCI: *Guida metodica per l'Atlante scolastico di Geografia moderna di Olinto Marinelli*, Milano, 1914.

J. BRUNHES: *La Géographie humaine*, IIIe édit., Paris, 1912.

F. RATZEL: *La Geografia dell'Uomo (Antropogeografia)*, Torino, 1914.

J. BRUNHES et C. VALLAUX: *Le Géographie de l'histoire*, Paris, 1921.

P. VIDAL DE LA BLACHE: *Principes de Géographie humaine*, Paris, 1922.

O. MARINELLI: *Atlante dei tipi geografici*, Firenze, 1922.

G. HARDY: *Géographie et colonisation*, Paris, 1933.

S. PASSARGE: *Die Erde und ihr Wirtschaftsleben*, Hamburg, 1929.

B. DIETRICH u. H. LEITER: *Production, Verkehr und Handel*, in ANDREE, *Geographie des Welthandles*, 4e Aufl., Wien, 1930.

K. SAPPER: *Allgemeine Wirtschafts-und Verkehrsgeographie*, 2e Aufl., Leipzig, 1930.

U. TOSCHI: *Temi di Geografia economica*, Bari, 1938.

F. KLUTE: *Die Landlichen Siedlungen in Verschiedenen Klimazonen*, Breslau, 1933.

D. GRIBAUDI: *Ambiente fisiogeografico ed ampiezza della proprietà terriera*, Torino, 1938.

F. MAURO: *L'ubicazione degli impianti industriali*, Roma, 1936.

UNION GÉOGR. INTERN.: *Rapport de la Commission de l'habitat rural*, , 1928 - Newtown, Mont, 1928.

K. HASSERT: *Die Städte*, Leipzig, 1907.

W. CORNISH: *The great capitals an historical geography*, London, 1923.

J. GAUTER: *Grundformen der europäischen Stadt*, Wien, 1928.

S. PASSARGE: *Stadtlandschaften der Erde*, Hamburg, 1930.

U. TOSCHI: *Studi di morfologia urbana*, Bologna, 1933-XI.

INDICE

PARTE PRIMA

INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA

CAP. I.

CONCETTO E METODO

CAP. II.

FORMA E DIMENSIONI DELLA TERRA

CAP. III.

I MOTI DELLA TERRA

CAP. IV.

LA LUNA - LA MISURA DEL TEMPO

CAP. V.

LA CARTA GEOGRAFICA

CAP. VI.

LA CARTA TOPOGRAFICA

CAP. VII.

CENNI GEOLOGICI INTRODUTTIVI

PARTE SECONDA

GEOGRAFIA FISICA

CAP. VIII

I GRANDI LINEAMENTI DELLA TERRA

CAP. IX

I CARATTERI FISICI DEL MARE

CAP. X.

I MOTI DEL MARE

CAP. XI.

L'ATMOSFERA E LE SUE CONDIZIONI TERMICHE

Cap. XII.

MOVIMENTI E UMIDITÀ DELL'ATMOSFERA

Cap. XIII.

I CLIMI

Cap. XIV.

FENOMENI ENDOGENI

Cap. XV.

VULCANESIMO

CAP. XVI

FENOMENI ESOGENI E LORO ATTIVITÀ

CAP. XVII.

LE ACQUE CORRENTI E LA MORFOLOGIA FLUVIALE

CAP. XVIII

I GHIACCIAI E LA MORFOLOGIA GLACIALE

CAP. XIX.

IDROGRAFIA CONTINENTALE

Cap. XX.

LE COSTE

PARTE TERZA

BIOGEOGRAFIA

Cap. XXI.

PRINCIPI DI BIOGEOGRAFIA

Cap. XXII.

FITOGEOGRAFIA

Cap. XXIII.

ZOOGEOGRAFIA

Cap. XXIV.

INFLUENZA DELL'UOMO SULLA DISTRIBUZIONE DEGLI ESSERI VIVENTI

PARTE QUARTA

ANTROPOGEOGRAFIA

Cap. XXV.

FONDAMENTI DI ANTROPOGEOGRAFIA

Cap. XXVI.

DISTRIBUZIONE DEGLI UOMINI SULLA SUPERFICIE TERRESTRE

Cap. XXVII.

FORME DI VITA UMANA IN RELAZIONE ALL'AMBIENTE BIOLOGICO

Cap. XXVIII.

FORME DI VITA UMANA IN RAPPORTO ALL'AMBIENTE FISICO

Cap. XXIX.

LE DIMORE E LE SEDI UMANE

Cap. XXX.

LE COMUNICAZIONI

		ERRATA	CORRIGE
p. 10,	riga 14 —	nove pianeti	nove pianeti *conosciuti*
» »	» 37 —	ad ogni cmq. della superficie terrestre	*normalmente* ad ogni cmq. della superficie terrestre
» 13	» 8 —	alla fascia d'illuminazione	alla fascia di *separazione a luce indecisa*
» »	» 13 —	verso le altre latitudini	verso le *alte* latitudini
» 15	» 2 —	due calotte, una è completamente illuminata	due calotte, *di cui una per tutte le 24 ore* è completamente illuminata
» 16	» 29 —	l'altezza del sole	l'altezza *massima* del Sole
» 18	» 31-32 -	i due piani poi s'incontrano in due punti detti nodi	*le due orbite* però s'incontrano in due punti detti nodi
» 21	» 25 —	L'anno civile... è suddiviso ... in 72 settimane	L'anno civile.... è suddiviso in.... *52* settimane.
» 23	» 6 —	invece su una carta a 1:500.000	invece su una carta a 1:*2.500.000*
» 25	» 17 —	che segue il punto	che *segna* il punto
» 56	» 2 —	Rissiano, Wurmiano } Paleolitico; Mindeliano	*Würmiano*, Rissiano } Paleolitico; Mindeliano
» 71	» 19 —	....con una altezza media di 1010 m.	*e ancor più massiccia l'Asia, con una altitudine* media di 1010 m.
» 145	» 44 —	. .vulcano Pelée distrusse S. Pietro della Martinica nel 1912	.....vulcano Pelée distrusse S. Pietro della Martinica nel *1902*.
» 152	» 30 —	....magredi del Veneto i quali sono adatti	... magredi *del Friuli, che sono invece alluvioni recenti poco ferrettizzate, aride e adatte*
» 232	» 34 —	(i rovi: Robus fruticosa)	(i rovi: *Rubus* fruticosa)
» 233	» 23 —	(Chamoerips humilis)	(*Chamoerops* humilis)
» 236	» 7 —	(tav Moore)	(*ted* Moore)
» 239	» 6 —	almi	*alm*

Prezzo del presente volume
LIRE QUARANTA